

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年2月28日 (28.02.2002)

PCT

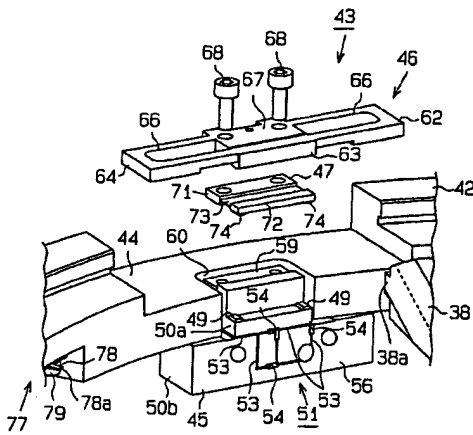
(10) 国際公開番号
WO 02/16993 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 7/02, H01L 21/027, G03F 7/20
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/06917
- (22) 国際出願日: 2001年8月10日 (10.08.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2000-248429 2000年8月18日 (18.08.2000) JP
特願2000-248430 2000年8月18日 (18.08.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柴崎 祐一
(SHIBAZAKI, Yuichi) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代
田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo
(JP).
- (74) 代理人: 恩田博宣 (ONDA, Hironori); 〒500-8731 岐阜
県岐阜市大宮町2丁目12番地の1 Gifu (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ,
PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW,
MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ELEMENT HOLDING DEVICE

(54) 発明の名称: 光学素子保持装置



(57) Abstract: An optical element holding device (39) comprises a holding unit (43) for holding the flange portion (38a) of an optical element (38). The holding unit includes a bearing surface block (50a) having a bearing surface (49) in contact with the flange portion and a bearing surface block supporting mechanism (51) for supporting the bearing surface block turnably on an axis (Y) in the tangential direction of the optical element. By this construction, the optical element (38) is kinematically held by the optical element holding device (39) thereby to keep a satisfactory image-forming performance of the optical element.

(57) 要約:

光学素子保持装置 (39) は、光学素子 (38) のフランジ部 (38a) を保持する保持部 (43) を備える。保持部は、フランジ部と接触する座面 (49) を有する座面ブロック (50a) と、光学素子の接線方向の軸 (Y) を中心に座面ブロックを回転可能に支持する座面ブロック支持機構 (51) とを含む。この構成により、光学素子 (38) は光学素子保持装置 (39) によりキネマティックに保持され、光学素子における良好な結像性能が維持される。



AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

光学素子保持装置

〔技術分野〕

本発明は、光学素子を保持するための光学素子保持装置に関し、詳しくは、半導体素子、液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスの製造プロセス、あるいはレチクル、フォトマスク等のマスクの製造プロセスにおいてフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置の投影光学系の光学素子保持装置に関する。

〔背景技術〕

図1及び図2に示すように、従来の光学素子保持装置200は、レンズ等の光学素子201を收容するための円環状の枠体202を有する。枠体202の内周面には、光学素子201を支持するための3つの座面204が等角度間隔おきに配置されている。座面204と対応する、枠体202の上面にはネジ孔205が形成されている。また、3つのネジ孔205には3つのクランプ部材206を介してボルト207が螺合されている。

ボルト207の締め付けにより、光学素子201の外周フランジ201aがクランプ部材206と座面204との間に挟まれ、光学素子201が枠体202内の所定位置に保持される。光学素子201の光軸と交差する方向へ光学素子201に力が加わった場合でも、クランプ部材206によって光学素子201の位置ずれが生じることはなく、光学素子201は安定して保持される。

ところで、例えば半導体素子製造用の露光装置においては、半導体素子のパターンの微細化により、投影光学系は更に高解像度を有することが要求される。高解像度を得るためには、投影光学系の光学素子201の光学性能を維持しつつ、光学素子201を保持できるかどうかということが重要である。即ち、光学素子201の光学性能を維持するためには、光学素子201が露光装置の鏡筒内に支持されたときに、その光学素子201の光学面における面精度変化を極力小さく

抑える必要がある。

光学素子 201 は 3 つの座面 204 上に配置され、クランプ部材 206 によりクランプされる。ここで、クランプされた光学素子 201 の光学素子の面形状は、座面 204（各座面 204 の位置関係）、クランプ部材 206 及び光学素子 201 の外周フランジ部 201 a の加工精度によって大きな影響を受ける。言い換えると、このような影響を無視できる程度に、各座面 204 の形状を一致させるとともに、各座面 204 を理想位置に近く配置させるためには、極めて厳密な加工を行う必要がある。また、座面 204 のみならず、クランプ部材 206、及び外周フランジ部 201 a も、極めて厳密に加工する必要がある。従って、各部材の加工に非常に手間がかかり、製造コストが増大する。

また、各座面 204、クランプ部材 206 及び外周フランジ部 201 a を極めて厳密に加工したとしても、光学素子 201 がクランプされた枠体 202 を鏡筒内に装着する際に、枠体 202 にわずかな歪みが生じるおそれがある。このような歪みは、各座面 204 の位置関係を微妙に変化させ、光学素子 201 の光学面に歪みが発生して、その光学素子の 201 の光学性能が低下する。

更に、パターンの微細化には、波面収差やディストーションの極めて少ない投影光学系が要求される。このような要求に対応するため、鏡筒内に光学素子 201 の光軸をより厳密に位置決めする必要がある。

光学素子 201 を正確に位置決めするために、枠体 202 の外周面及び底面 202 a と、鏡筒の内周面及び受け部とが接合されることにより、光学素子 201 の光軸が位置決めされる。このため、枠体 202 の鏡筒内への装着の自由度がほとんどない。従って、枠体 202 を鏡筒に装着する際に、細心の注意を払う必要があり手間がかかる。

更に、例えば枠体 202 を鏡筒に対してわずかに傾いて挿入し、その枠体 202 に過剰な荷重をかけることにより鏡筒内に枠体 202 を装着しようとした場合、枠体 202 に歪みが生じるおそれもある。枠体 202 に歪みが生じると、その歪みにより光学素子 201 に予測不能な応力が発生し、その光学素子 201 の光学面の精度が低下する。

[発明の開示]

本発明の第1の目的は、光学素子の光学性能を良好に維持する光学素子保持装置を提供することにある。

本発明の第2の目的は、光学素子を容易かつ高精度に位置決めする光学素子保持装置を提供することにある。

本発明は、光学素子の周縁部を保持する保持部を備えた光学素子保持装置を提供する。保持部は、光学素子の周縁部と接触する座面を有する座面ブロックと、光学素子の接線方向の軸を中心に前記座面ブロックを回転可能に支持する座面ブロック支持機構とを含む。

本発明は、光学素子の周縁部を保持する保持部と、保持部が固定される固定部とを備えた光学素子保持装置を提供する。保持部は、光学素子の周縁部と接触する座面を有する座面ブロックと、固定部に固定される基台部と、基台部に対し座面ブロックを互いに異なる複数の方向への移動を拘束し、かつ互いに異なる複数の方向の各軸を中心に回転可能に基台部及び座面ブロックを連結する一対のリンク機構とを備える。

本発明は、被保持部材を保持する保持部を備えた保持装置を提供する。保持部は、被保持部材の略中心を原点とした3つの座標軸に沿う3つの移動と、3つの座標軸のうち少なくとも2つの座標軸を中心とする2つの回転とを被保持部材に与える駆動機構を含む。

本発明は、光学素子の周縁部を保持する保持部材と、保持部材を3箇所保持する3つのフレクシャ部材と、少なくとも1つのフレクシャ部材に接続され、少なくとも1つのフレクシャ部材を操作するための第1及び第2の操作部材とを備えた光学素子保持装置を提供する。第1の操作部の操作によって、少なくとも1つのフレクシャ部材は光学素子を第1の方向へ移動させ、第2の操作部材の操作によって、少なくとも1つのフレクシャ部材は光学素子を第1の方向とは異なる第2の方向に移動させるように保持部を保持する。

[図面の簡単な説明]

本発明を本発明の目的及び特徴とともにより良く理解するため、添付図面とと

もに以下の代表的な実施の形態の記載を参照する。

図 1 は、従来の光学素子保持装置の断面図。

図 2 は、図 1 の光学素子保持装置の分解斜視図。

図 3 は、露光装置の概略的な構成図。

図 4 は、本発明の第 1 実施形態に従う光学素子保持装置の斜視図。

図 5 は、図 4 の光学素子保持装置の別の角度からの斜視図。

図 6 は、図 4 の光学素子保持装置の保持部の斜視図。

図 7 は、図 6 の保持部の基台部材の斜視図。

図 8 は、図 7 の基台部材の正面図。

図 9 は、図 8 の 9-9 線に沿った断面図。

図 10 は、図 6 の保持部のクランプ部材の斜視図。

図 11 は、図 6 の保持部のクランプ部材の別の角度からの斜視図。

図 12 は、図 10 の 12-12 線に沿った断面図。

図 13 は、図 6 の保持部のパッド部材の底面図。

図 14 は、図 13 の 14-14 線に沿った断面図。

図 15 は、図 6 の保持部の拡大平面図。

図 16 は、図 15 の 16-16 線に沿った断面図。

図 17 は、図 15 の 17-17 線に沿った断面図。

図 18 は、図 4 の光学素子保持装置の素子重量支持機構の拡大平面図。

図 19 は、図 6 の保持部の模式図。

図 20 は、第 2 実施形態の光学素子保持装置におけるパッド部材を拡大して示す底面図。

図 21 は、図 20 の 21-21 線断面図。

図 22 は、第 2 実施形態の光学素子保持装置における基台部材を拡大して示す斜視図。

図 23 は、本発明に従う第 3 実施形態の光学素子保持装置の斜視図。

図 24 は、図 23 の光学素子保持装置の平面図。

図 25 は、図 23 の光学素子保持装置の側面図。

図 26 は、図 24 の 26-26 線に沿った断面図。

図 2 7 は、図 2 3 の光学素子保持装置のレンズ室及び保持部を示す部分拡大斜視図。

図 2 8 は、図 2 3 の光学素子保持装置の枠体の斜視図。

図 2 9 は、図 2 3 の光学素子保持装置の枠体の部分拡大平面図。

図 3 0 は、図 2 3 の光学素子保持装置の枠体の部分拡大側面図。

図 3 1 は、図 2 3 の光学素子保持装置のフレクシャ本体の部分拡大側面図。

図 3 2 は、図 2 9 の 3 2 - 3 2 線に沿う断面図。

図 3 3 は、図 2 9 の 3 3 - 3 3 線に沿う断面図。

図 3 4 は、図 2 3 の光学素子保持装置の積層状態を示す斜視図。

図 3 5 は、図 2 3 の光学素子保持装置を模式的に示す説明図。

図 3 6 は、図 2 3 の光学素子保持装置の模式図。

図 3 7 は、光学素子の平行移動を説明するための図。

図 3 8 は、図 2 3 の光学素子保持装置のレンズ室及び基台部材の斜視図。

図 3 9 は、図 2 3 の光学素子保持装置の枠体及びフレクシャ本体の斜視図。

図 4 0 は、本発明の第 4 実施形態の光学素子保持装置を模式的に示す説明図。

図 4 1 は、図 4 0 の剛体を示す断面図。

図 4 2 は、図 4 1 の 4 2 - 4 2 線断面図。

図 4 3 は、本発明の第 5 実施形態の光学素子保持装置を模式的に示す説明図。

図 4 4 は、本発明の第 6 実施形態の光学素子保持装置を模式的に示す説明図。

図 4 5 は、本発明の第 7 実施形態の光学素子保持装置を模式的に示す説明図。

図 4 6 は、図 4 5 の剛体を示す断面図。

図 4 7 は、図 4 6 の 4 7 - 4 7 線断面図。

図 4 8 は、半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート。

図 4 9 は、半導体デバイスの製造工程における基板処理のフローチャート。

[発明を実施するための最良の形態]

(第 1 実施形態)

本発明に従う第 1 実施形態の光学素子保持装置 3 9 について図 3 ～図 1 9 を参照しつつ説明する。図 3 に示すように、光学素子保持装置 3 9 は、半導体素子製

造用の露光装置 3 1 の投影光学系 3 5 のレンズ 3 8 を保持するために使用される。

図 3 に示すように、露光装置 3 1 は、光源 3 2 と、照明光学系 3 3 と、マスクとしてのレチクル R を保持するレチクルステージ 3 4 と、投影光学系 3 5 と、基板としてのウェハ W を保持するウェハステージ 3 6 とを含む。

光源 3 2 は、例えば波長 193 nm の Ar F エキシマレーザを発振する。照明光学系 3 3 は、図示しないフライアレンズ又はロッドレンズ等のオプティカルインテグレータ、リレーレンズ、コンデンサレンズ等の各種レンズ系、及び開口絞りを含む。光源 3 2 から出射された露光光 E L が、照明光学系 3 3 によりレチクル R 上のパターンを均一に照明する光に調整される。

レチクルステージ 3 4 は、照明光学系 3 3 の射出側（投影光学系 3 5 における露光光 E L の入射側）において、レチクル R の載置面が投影光学系 3 5 の光軸方向とほぼ直交するように配置されている。投影光学系 3 5 は複数の鏡筒モジュール 4 2 0 からなる鏡筒 3 7 を含み、各鏡筒モジュール 4 2 0 内には後述する光学素子保持装置 3 9 によってレンズ 3 8 がほぼ水平に保持されている。

ウェハステージ 3 6 は、投影光学系 3 5 における露光光 E L の射出側に配置される。ウェハステージ 3 6 のウェハ載置面は、投影光学系 3 5 の光軸方向と交差するように配置されている。露光光 E L が投影光学系 3 5 を通過する際に、レチクル R 上のパターンの像が所定の縮小倍率にて縮小される。そして、縮小されたパターンの像がウェハステージ 3 6 上のウェハ W に転写される。

次に、光学素子保持装置 3 9 の詳細について説明する。

図 4 は、光学素子保持装置 3 9 の一部破断分解斜視図であり、図 5 は、図 4 の光学素子保持装置 3 9 の下方から見た斜視図であり、図 6 は、光学素子保持装置 3 9 の部分拡大斜視図である。

光学素子 3 8 は比較的大きな破壊強度を有する合成石英等の硝材からなり、その周縁部にはフランジ部 3 8 a（図 6 参照）が形成されている。光学素子保持装置 3 9 は、外部の装置としての鏡筒モジュール 4 2 0 の役割を有するレンズ枠体 4 2 と、レンズ枠体 4 2 上に等角度間隔をおいて配設され、光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a を保持する 3 つの保持部 4 3 とを含む。保持部 4 3 は、基台部材 4 5 及びクランプ部材 4 6 とを含む。レンズ枠体 4 2 は、アルミニウム等の金属材

料からなり円環状に形成されている。レンズ枠体 4 2 の表面にはクランプ部材 4 6 を取り付けするための取付溝 4 4 が等角度間隔おきに形成されている。レンズ枠体 4 2 の内周面には、後述する基台部材 4 5 の座面ブロックを収容するための収容凹部 6 0 (図 6 参照) が取付溝 4 4 と対応する位置に形成されている。この収容凹部 6 0 によってレンズ枠体 4 2 の大口径化を防止している。

取付溝 4 4 内においてクランプ部材 4 6 が一对のボルト 6 8 によってレンズ枠体 4 2 に取り付けられる。このとき、一对のボルト 6 8 の頭は、レンズ枠体 4 2 の表面から突出しない。従って、一つのレンズ枠体 4 2 の表面を、他のレンズ枠体 4 2 の裏面とを接触させたとき、他のレンズ枠体 4 2 の裏面はボルト 6 8 と接触しない。なお、一つのレンズ枠体 4 2 の表面と、他のレンズ枠体 4 2 の裏面との間には、各レンズ枠体 4 2 が保持する光学素子の光軸方向における位置を決定するために、レンズ枠体 4 2 の間の間隔を調整するスペーサが配置される。従って、レンズ枠体 4 2 の表面から光学素子が若干突出したとしても、スペーサの厚さ以内であれば、光学素子は他の枠体 4 2 の裏面と接触しない。基台部材 4 5 は、レンズ枠体 4 2 の裏面に一对のボルト 4 8 (図 5 参照) により固定されている。

次に、保持部 4 3 について説明する。最初に基台部材 4 5 について説明する。図 7 は、基台部材 4 5 の拡大斜視図、図 8 は、基台部材 4 5 の正面図、図 9 は図 8 の基台部材 4 5 の 1 0 - 1 0 線断面図である。基台部材 4 5 には、一对のボルト 4 8 のための貫通孔 5 2 が形成されている。基台部材 4 5 は、座面ブロック 5 0 a と支持ブロック 5 0 b とを含む。座面ブロック 5 0 a は、光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a の第 1 のフランジ面に係合する座面 4 9 を有する。支持ブロック 5 0 b は、座面ブロック 5 0 a の姿勢を調整可能に支持する座面ブロック支持機構 5 1 を有する。

座面ブロック 5 0 a は、その長手方向が光学素子 3 8 の接線方向に沿うようにして配置されている。座面 4 9 は座面ブロック 5 0 a の長手方向の両端部に形成されている。すなわち、座面 4 9 は、座面ブロック 5 0 a の表面から突出している。座面 4 9 は、所定の面積を有する平面と、その平面の周縁に形成され、所定の曲率を有する曲面部とを含む。曲面部は、光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a に対する角の衝突による損傷を回避する。座面 4 9 の表面にはフランジ部 3 8 a に

対する摩擦係数を向上するための金の層がメッキ又は蒸着等により形成されている。

なお、座面 4 9 とフランジ部 3 8 a との摩擦係数を向上するために、フランジ部 3 8 a の表面には、光学素子 3 8 の表面に形成される反射防止膜と同じ金属膜が形成されている。例えば、 MgF_2 （フッ化マグネシウム）、 AlF_3 （フッ化アルミニウム）、 ZrO_2 （ジルコニア）、 Al_2O_3 （アルミナ）等を用いて、単層もしくは複数の層（2 層、4 層もしくはそれ以上の層）金属膜が真空蒸着法によりフランジ部 3 8 a の表面に形成される。また、座面 4 9 とフランジ部 3 8 a との摩擦係数を向上するために、フランジ部 3 8 a の表面積を、座面ブロック 5 0 a の長手方向に沿って増加してもよい。

座面ブロック 5 0 a と支持ブロック 5 0 b との間、及び支持ブロック 5 0 b には、図 7 の X 軸方向（すなわち、光学素子 3 8 の径方向）に貫通する複数のスリット 5 3 が形成されている。更に、座面ブロック 5 0 a と支持ブロック 5 0 b との間、及び支持ブロック 5 0 b には、複数の首部 5 5 a ～ 5 5 d（屈曲部）が形成される。首部 5 5 a ～ 5 5 d は以下のようにして形成される。最初に、隣接するスリット 5 3 の間に未加工部分を残して複数のスリット 5 3 を形成する。次に、未加工部分に対して + X 方向及び - X 方向からの彫り込み加工を施すことにより彫り込み部 5 4 及び首部 5 5 a ～ 5 5 d が形成される。ここで、- X 方向の彫り込み部では、首部 5 5 a ～ 5 5 d までの加工距離が長いため、一旦、大きな穴が加工される。

首部 5 5 a ～ 5 5 d に予測不能な歪みが残存するのを回避するために、首部の両側が例えば型彫放電加工、機械的切削加工等の同じ切削加工方法により形成されている。

支持ブロック 5 0 b は、複数のスリット 5 3 により、図 7 に示すように、固定部 5 6 と、第 1 ブロック 5 7 a、第 2 ブロック 5 8 a に分割されている。固定部 5 6 は、レンズ枠体 4 2 に固定される。第 1 首部 5 5 a は固定部 5 6 と第 1 ブロック 5 7 a と連結し、第 2 首部 5 5 b は固定部 5 6 と第 2 ブロック 5 8 a とを連結し、第 3 首部 5 5 c は第 1 ブロック 5 7 a と第 2 ブロック 5 8 a とを連結し、第 4 首部 5 5 d は第 2 ブロック 5 8 a と座面ブロック 5 0 a とを連結する。各首

部 5 5 a ～ 5 5 d は、正方形の断面を有する。

第 1 ブロック 5 7 a は、第 1 首部 5 5 a 及び第 3 首部 5 5 c によって、第 2 ブロック 5 8 a 及び固定部 5 6 に固定される。第 1 ブロック 5 7 a は、第 1 首部 5 5 a 及び第 3 首部 5 5 c により、Y 方向（光学素子の接線方向）周りに回転可能に保持され、Y 方向への変位は拘束される。第 1 ブロック 5 7 a、第 1 首部 5 5 a 及び第 3 首部 5 5 c は、光学素子の接線方向への変位を拘束する接線方向拘束リンク 5 7 を形成する。

第 2 ブロック 5 8 a は、第 2 首部 5 5 b 及び第 4 首部 5 5 d によって、座面ブロック 5 0 a 及び固定部 5 6 に固定される。第 2 ブロック 5 8 a は、第 2 首部 5 5 b 及び第 4 首部 5 5 d により、Z 方向（光学素子の光軸と平行な方向）周りに回転可能に保持され、Z 方向への変位は拘束される。第 2 ブロック 5 8 a、第 2 首部 5 5 b 及び第 4 首部 5 5 d は、光学素子 3 8 の光軸と平行な方向への変位を拘束する光軸方向拘束リンク 5 8 を形成する。

接線方向拘束リンク 5 7 の拘束方向と、光軸方向拘束リンク 5 8 の拘束方向とは実質的に直交する。言い換えれば、接線方向拘束リンク 5 7 の回転軸と、光軸方向拘束リンク 5 8 の回転軸とは、実質的に直交する。

座面ブロック 5 0 a は、第 4 首部 5 5 d を介して支持ブロック 5 0 b に連結されている。すなわち、座面ブロック 5 0 a は、固定部 5 6 に対して接線方向拘束リンク 5 7 と光軸方向拘束リンク 5 8 によって支持される。

図 8 に示すように、第 2 及び第 4 首部 5 5 b、5 5 d は、両座面 4 9 の中間位置を通る線上に配置されている。その線は一对の座面 4 9 を結ぶ線と直交するとともに Z 軸に平行である。第 1 及び第 3 首部 5 5 a、5 5 c は、一对の座面 4 9 を結ぶ線と平行な線上に配置されている。第 3 首部 5 5 c は、第 4 首部 5 5 d の近傍に配置されている。

座面ブロック 5 0 a は、接線方向拘束リンク 5 7 及び光軸方向拘束リンク 5 8 により、X 方向、Y 方向、Z 方向周りに回転可能に、かつ Y 方向、Z 方向への変位が抑制されるように固定部 5 6 に支持されている。更に、座面ブロック 5 0 a は、第 4 首部 5 5 d により、X 方向に変位可能に支持されている。すなわち、座面ブロック支持機構 5 1 は、接線方向拘束リンク 5 7 と、光軸方向拘束リンク 5

8と、X方向に変位可能な第4首部55dとを含む構成である。

座面ブロック50aは、座面49よりも高い位置に配置された面を有する取付部59を有する。

図6に示すように、クランプ部材46は、座面ブロック50aの上方に配置され、クランプ本体62とパッド部材47とを含む。クランプ本体62を図10、図11、図12を参照して説明する。図10はクランプ本体62の拡大斜視図であり、図11はクランプ本体62を下方から見た拡大斜視図であり、図12は図10のクランプ本体62の13-13線断面図である。

クランプ本体62は、ブロック63と、そのブロック63と一体に形成されたブロック支持機構64とを含む。ブロック63の下面の両端には、座面ブロック50aの座面49に対向する押さえ面65が形成されている。押さえ面65は、光学素子38の接線方向にほぼ沿った稜線65aを有し、屋根形状に形成されている。両押さえ面65の2つの稜線65aを結ぶ直線の中点は、第4首部55dの上方に位置している。

ブロック支持機構64は、一对の腕部66と取付部67とを含む。取付部67とブロック63とは所定の間隔をおいて配置されている。取付部67はパッド部材47を介して取付部59にボルト68により締結され、クランプ部材46が座面ブロック50aに固定される。一对の腕部66は、ブロック63及び取付部67の両側に一体に設けられている。各腕部66は、略U字状に形成され、弾性変形可能な長さを有する。腕部66は、レンズ枠体42の取付溝44の内周面と所定間隔を隔てて配置される。

次に、パッド部材47を、図13及び図14に従って説明する。図13は、パッド部材47の拡大底面図であり、図14は、図13の14-14線断面図である。パッド部材47は、取付部59、67の間に挟持される挟持部71と、押さえ面65と光学素子38のフランジ部38aとの間に配置される作用部72と、挟持部71と作用部72とを連結し、かつ弾性変形可能な薄板部73とを含む。作用部72の下面には、光学素子38のフランジ部38aに接合する作用面74が、座面49と対応して形成されている。作用面74は、平面部と、所定の曲率を有する周縁部とを有する。作用面74の周縁部は、フランジ部38aに対する

角の衝突による損傷を回避する。作用面 7 4 の表面には、光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a に対する摩擦係数を高めるための金の層がメッキ、蒸着等により形成されている。

このように構成されたクランプ部材 4 6 は、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、ボルト 6 8 を締め込むことにより、腕部 6 6 が弾性変形し、ブロック 6 3 の押さえ面 6 5 に座面ブロック 5 0 a 側への押圧力が付与される。押圧力は、パッド部材 4 7 の作用面 7 4 を介して、光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a に作用する。この作用により、光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a が、座面 4 9 と押さえ面 6 5 との間に挟持される。

図 4 ～図 6 に示すように、隣接する保持部 4 3 間において、レンズ枠体 4 2 には複数の重量支持機構 7 7 が設けられている。重量支持機構 7 7 の数は、光学素子 3 8 の重量、厚さ、直径、形状、材質及び保持部 4 3 の数の少なくとも 1 つの要素に応じて設定される。第 1 実施形態では、隣接する保持部 4 3 間に 3 つの重量支持機構 7 7 が設けられている。

図 1 8 に示すように、各重量支持機構 7 7 は板バネ 7 8 を含む。板バネ 7 8 には、光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a の下面に当接する当接部 7 8 a と、一対のボルト 7 9 によりレンズ枠体 4 2 に取り付けられる一対の支持部 7 8 b と、当接部 7 8 a と支持部 7 8 b とを接続する一対の屈曲部 7 8 c とを含む。板バネ 7 8 の弾性作用により、光学素子 3 8 の一部が支持される。

次に、光学素子保持装置 3 9 を用いた光学素子 3 8 の保持手順について説明する。

図 4 及び図 1 5 ～図 1 7 に示すように、レンズ枠体 4 2 の 3 つの取付溝 4 4 に基台部材 4 5 がボルト 4 8 により取り付けられ、座面ブロック 5 0 a が収容凹部 6 0 に配置される。次いで、座面ブロック 5 0 a が固定部に対して不用意に変形することを防止するために、座面ブロック 5 0 a の両側面の一部を一対の平板状をなすサンドイッチ部材で挟みこみ、この基台部材 4 5 に仮固定される。この仮固定は、座面ブロック支持機構 5 1 の各首部 5 5 a ～5 5 d に不用意に荷重がかかるのを防止するために行われる。

次に、レンズ枠体 4 2 内に光学素子 3 8 が挿入され、光学素子 3 8 の周縁のフ

フランジ部 38 a が各座面ブロック 50 a 上の座面 49 に配置される。そして、仮固定板が、座面ブロック支持機構 51 から取り外される。すると、座面ブロック 50 a が、座面ブロック支持機構 51 の作用により、光学素子 38 のフランジ部 38 a の下面に沿って、その光学素子 38 の接線方向（Y 方向）及び径方向（X 方向）を中心に回転される。この回転により、座面ブロック 50 a の姿勢が光学素子 38 のフランジ部 38 a の傾き又はうねり等の状態に応じて調整され、光学素子 38 とフランジ部 38 a との間の接触面積が最大限に確保される。

その後、光学素子 38 のフランジ部 38 a の上面にパッド部材 47 に配置し、座面ブロック 50 a の取付部 59 の上面にクランプ本体 62 を配置して、パッド部材 47 の作用面 74 が光学素子 38 のフランジ部 38 a の上面に接合される。この状態で、パッド部材 47 及びクランプ本体 62 が一对のボルト 68 により締め付け固定される。このとき、ブロック 63 の押さえ面 65 がパッド部材 47 の上面に当接して、腕部 66 が弾性変形し、パッド部材 47 の作用面 74 が光学素子 38 を押圧する。

この押圧により、光学素子 38 のフランジ部 38 a が、座面 49 と作用面 74 との間でクランプされる。このとき、フランジ部 38 a と座面 49 及び作用面 74 との接触面積は最大限に確保される。従って、光学素子 38 が安定して保持される。

このように、光学素子 38 が光学素子保持装置 39 のレンズ枠体 42 によって保持された状態で、図 3 に示すように積層される。光学素子 38、レンズ枠体 42 は、それぞれ異なる材質で形成されており、光学素子 38、レンズ枠体 42 間では線膨張係数において差が生じることがある。このため、光源 32 からの露光光 EL の照射により光学素子 38 が発熱した場合、光学素子 38、レンズ枠体 42 は、光学素子 38 の径方向に対して伸縮長さに違いが生じる。

伸縮長さに違いが生じた場合、各座面ブロック支持機構 51 の拘束リンク 57、58 及び首部 55 a ～ 55 d の協働作用により、光学素子 38 を挟持する座面ブロック 50 a 及びブロック 63 が、レンズ枠体 42 に対し光学素子 38 の径方向へ相対的に移動する。この移動により、伸縮長さの違いが吸収され、光学素子 38 に大きな伸縮荷重が直接加わることはない。

レンズ枠体 4 2 を積層する際に、そのレンズ枠体 4 2 にわずかな歪みが生じる可能性がある。レンズ枠体 4 2 に歪みが生じた場合、各座面ブロック支持機構 5 1 の拘束リンク 5 7, 5 8 及び首部 5 5 a ~ 5 5 d の協働作用により、光学素子 3 8 がレンズ枠体 4 2 に対してキネマティックに保持されるため、その歪みの光学素子 3 8 に対する影響が抑制される。

次に、光学素子 3 8 をキネマティックに保持するための機構について説明する。

図 1 9 は光学素子 3 8 の保持部 4 3 の模式図である。図 1 9 において、光学素子 3 8 の周縁にある矩形は座面ブロック 5 0 a 及びブロック 6 3 を示し、L 字形は基台部材 4 5 の固定部 5 6 を示し、2 本の直線が接線方向拘束リンク 5 7 及び光軸方向拘束リンク 5 8 を示し、直線上の点は各首部 5 5 a ~ 5 5 d を示す。

固定部 5 6 は、2 つの直角剛体部 5 6 a、5 6 b を有する屈曲剛体であり、一方の直線剛体部 5 6 a には接線方向拘束リンク 5 7 の第 1 端が第 1 首部 5 5 a を介して連結されている。他方の直線剛体部 5 6 b には、光軸方向拘束リンク 5 8 の第 1 端が第 2 首部 5 5 b を介して連結されている。接線方向拘束リンク 5 7 の第 2 端は、光軸方向拘束リンク 5 8 に第 3 首部 5 5 c を介して連結されている。光軸方向拘束リンク 5 8 の第 2 端は、座面ブロック 5 0 a に第 4 首部 5 5 d を介して連結されている。

ここで、各拘束リンク 5 7, 5 8 は、長手方向には剛体として作用し、長手方向には伸縮しない。各直線状剛体 5 6 a, 5 6 b, 5 7, 5 8 は、回転ピボットとしての役割を有する首部 5 5 a ~ 5 5 d により連結されている。各首部 5 5 a ~ 5 5 d の断面積は、各直線状剛体の断面積よりも非常に小さく、その首部 5 5 a ~ 5 5 d は、塑性変形しない範囲内において、剛体の変位に応じて容易に全ての方向に曲げあるいはねじれ変形する。このように、座面ブロック支持機構 5 1 には、固定部 5 6 を固定リンクとして、各拘束リンク 5 7, 5 8 が協働して作動するリンク機構 8 0 が形成されている。

ここで、光学素子 3 8 の光軸を Z 軸とする極座標系 $R - \theta - Z$ を考える。このリンク機構 8 0 によれば、光学素子 3 8 とリンク機構 8 0 との連結点をなす第 4 首部 5 5 d は、所定の範囲内において、R 方向にのみ変位可能となる。すなわち、光学素子 3 8 に対して固定された 3 つの点（第 4 首部 5 5 d）のそれぞれにおい

て光学素子 38 の自由度がそれぞれ 2 つずつ拘束され、光学素子 38 の姿勢（6 自由度）は機構学に基づいて拘束される。すなわち、光学素子 38 は、キネマティックに保持される。

次に、光学素子 38 に生じた熱変形をリンク機構 80 により吸収する作用について説明する。光学素子 38 に熱変形が生じると、その光学素子 38 は径方向に膨張または収縮し、第 4 首部 55 d には光学素子 38 を径方向に変位させる力が働く。この力に対して、各拘束リンク 57, 58 は、第 1 首部 55 a と第 2 首部 55 b とを結ぶ線を中心に回転し、その回転運動により光学素子 38 の変位が吸収され、光学素子 38 のひずみが抑制される。

第 1 実施形態の光学素子保持装置 39 は、以下の利点を有する。

(イ) 光学素子保持装置 39 では、光学素子 38 を保持する保持部 43 は、光学素子 38 のフランジ部 38 a に係合する座面 49 を有する座面ブロック 50 a を含む。保持部 43 は、更に光学素子 38 の接線方向周り、その光軸方向周り及びその径方向周りに座面ブロック 50 a を回転可能に支持する座面ブロック支持機構 51 を含む。

座面ブロック支持機構 51 により光学素子 38 のフランジ部 38 a の形状に合わせて座面 49 の姿勢が変化するので、フランジ部 38 a が座面 49 に当接したときに、光学素子 38 に応力が発生するのが抑制される。この結果、光学素子 38 の光学面の精度を良好に保ちつつ光学素子 38 が安定に保持される。更に、保持部 43 に極めて厳密な加工を施すことなく、光学素子 38 における良好な結像性能を維持することができる。

(ロ) 座面ブロック支持機構 51 は座面ブロック 50 a を光学素子 38 の径方向に移動可能に支持する。このため、光学素子 38 の熱変形が座面ブロック支持機構 51 により吸収され、その光学面の精度が良好に保たれ、光学素子 38 の熱変形時における結像性能の変化が低減される。

(ハ) 保持部 43 には接線方向拘束リンク 57 と光軸方向拘束リンク 58 とが設けられている。接線方向拘束リンク 57 は、レンズ枠体 42 に固定される固定部 56 と座面ブロック 50 a との光学素子 38 の接線方向への移動を拘束し、接線方向周りへの回転を許容する。光軸方向拘束リンク 58 は、固定部 56 及び

座面ブロック 50 a の光学素子 38 の光軸方向への移動を拘束し、光軸方向周りへの回転を許容する。接線方向拘束リンク 57 と光軸方向拘束リンク 58 は、相互に回転可能に連結されている。

リンク 57, 58 の連結点では、複数の方向への変位、あるいはそれら方向周りの回転が許容される。即ち、座面ブロック 50 a の複数の方向への移動あるいはそれらの方向周りの回転が許容される。従って、例えばレンズ枠体 42 に歪みが生じた場合、連結点はその歪みを打ち消すように座面ブロック 50 a の移動または回転を許容し、3つの座面ブロック 50 a がそれぞれ所定の位置に保持される。このようなリンクを有する保持部 43 には極めて厳密な加工は要求されず、光学素子 38 における良好な結像性能が維持される。

座面ブロック支持機構 51 におけるリンク 57, 58 は、光学素子 38 の接線方向及び光軸方向に沿って設けられている。従って、リンク機構の構成が簡単で、その設計が容易である。

(ニ) 固定部 56、座面ブロック 50 a、接線方向拘束リンク 57 及び光軸方向拘束リンク 58 が、回転ピボットとしての役割を持つ首部 55 a ~ 55 d を介して連結されている。首部 55 a ~ 55 d の断面積は、固定部 56、座面ブロック 50 a、接線方向拘束リンク 57 及び光軸方向拘束リンク 58 の断面積よりも小さい。

このため、首部 55 a ~ 55 d、固定部 56、座面ブロック 50 a、接線方向拘束リンク 57 及び光軸方向拘束リンク 58 を一体に形成することが可能となる。従って、部品点数が増大することなく、保持部は簡単に構成される。

(ホ) 座面ブロック 50 a に連結される第 4 首部 55 d は、両座面 49 の中間位置を通り、かつ、光学素子 38 の光軸に平行な線上に配置されている。このため、座面 49 の姿勢が安定して変化する。

(ヘ) 座面ブロック 50 a は、光学素子 38 のフランジ部 38 a と対向する位置に所定間隔を隔てて形成された 2つの座面 49 を有する。このため、例えば合成石英等の比較的大きな破壊強度を有する硝材からなる光学素子 38 が 2つの座面 49 により確実かつ安定に保持される。

(ト) 座面ブロック 50 a の座面 49 とパッド部材 47 の作用面 74 には、

光学素子 38 に対する摩擦係数を高めるための金のメッキまたは蒸着層が形成されている。このため、座面 49 及び作用面 74 と、光学素子 38 のフランジ部 38a との間の滑りの発生が抑制され、光学素子 38 がより安定に保持される。

(チ) クランプ部材 46 のブロック 63 は、光学素子 38 の接線方向に延びる稜線 65a を有する押さえ面 65 を含む。押さえ面 65 は、パッド部材 47 の作用部 72 を介して、光学素子 38 のフランジ部 38a を押圧する。こうして光学素子 38 のフランジ部 38a が、ブロック 63 と座面ブロック 50a との間で挟持される。このとき、一対の押さえ面 65 の稜線 65a を結ぶ直線の下方に、第 4 首部 55d が配置される。

このため、第 4 首部 55d に押圧力に基づくモーメントの発生が抑制され、光学素子 38 が安定して保持される。

(リ) 座面ブロック 50a 及び座面 49 は、各拘束リンク 57, 58、各首部 55a～55d 及び固定部 56 と一体に形成されている。

このため、座面ブロック 50a と支持ブロック 50b とが同一材質により一体に形成されている。従って、座面ブロック 50a と支持ブロック 50b との間には、別の材質からなる接合部が形成されず、歪みが生じにくい。座面ブロック 50a と支持ブロック 50b の一体化により、保持部 43 は比較的小型である。

(ヌ) 光学素子保持装置 39 により保持された光学素子 38 を収容する鏡筒モジュール 420 を積層することにより鏡筒 37 が形成されている。このため、複数の光学素子 38 の結像性能の低下を防止しつつ複数の光学素子 38 が安定に保持され、鏡筒 37 全体の結像性能が良好に維持される。

(ル) 露光装置 31 は鏡筒 37 を含む投影光学系 35 を有するので、露光装置 31 の露光精度が向上される。

(第 2 実施形態)

つぎに、本発明の第 2 実施形態の光学素子保持装置 39 について、第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

第 2 実施形態においては、図 20～図 22 に示すように、座面ブロック 50a の座面 91 及びパッド部材 47 の作用面 92 は、光学素子 38 の接線方向に延びるようにして形成されている。

座面 9 1 及び作用面 9 2 の中央には、收容孔 9 3 が形成されている。收容孔 9 3 には硬化段階でその体積がわずかに収縮する収縮性接着剤が收容されている。收容孔 9 3 に收容された接着剤により光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a が座面 9 1 及び作用面 9 2 に接合される。なお、図 2 1 に破線で示すように、收容孔 9 3 の底面にその收容孔 9 3 に通じる接着剤の注入孔 9 4 が形成されてもよい。

第 2 実施形態の光学素子保持装置 3 9 は、第 1 実施形態の (イ) ~ (ホ) 及び (ト) ~ (ル) の利点に加えて、以下の利点を有する。

(ヲ) 座面 9 1 及び作用面 9 2 が、光学素子 3 8 の接線方向に延びるようにして形成されている。

このため、例えば蛍石等の比較的弱い破壊強度を有する硝材からなる光学素子 3 8 を保持する際に、その保持による応力が分散される。従って、応力集中による光学素子 3 8 の破壊が防止される。

(ワ) 座面 9 1 及び作用面 9 2 の中央に接着剤を收容するための收容孔 9 3 が形成されている。

このため、收容孔 9 3 に充填された接着剤により光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a と座面 9 1 及び作用面 9 2 とが接合され、接着剤を硬化することにより、フランジ部 3 8 a と座面 9 1 及び作用面 9 2 とが確実に係合される。このとき、収縮性の接着剤を使用することで、接着剤により光学素子 3 8 のフランジ部 3 8 a が圧迫されることがなく、光学素子 3 8 が安定して保持される。

第 1 及び第 2 実施形態において、パッド部材 4 7 を省略して、ブロック 6 3 が直接フランジ部 3 8 a を押圧するようにしてもよい。この場合、ブロック 6 3 の押さえ面 6 5 は、座面 4 9 と同様に平面状に形成することが望ましい。

第 1 実施形態において、座面 4 9 は、座面ブロック 5 0 a の光学素子 3 8 と対向する面の全体に形成されてもよい。あるいは、座面 4 9 は、3 つ以上形成されてもよい。ブロック 6 3 の押さえ面 6 5 も、同様に、ブロック 6 3 の光学素子 3 8 と対向する面の全体に形成されてもよい。あるいは、押さえ面 6 5 は、3 つ以上形成されてもよい。

クランプ本体 6 2 の腕部 6 6 に代えて、例えば板バネ、コイルバネ等の弾性部材を用いてブロック 6 3 を付勢してもよい。

重量支持機構 77 は、当接部 78a 及び支持部 78b から形成された板バネであつてもよい。

座面 49 及び作用面 74 に金をめっきを施す代わりに例えば錫、インジウム、アルミニウム、真鍮等の金属を金属蒸着、めっき、溶射等により形成してもよい。また、座面 49 及び作用面 74 の表面をエッチング、研削等で荒らすことにより摩擦係数を向上するようにしてもよい。

(第 3 実施形態)

本発明に従う第 3 実施形態の光学素子保持装置 139 について図面を参照しつつ説明する。

図 23 は光学素子保持装置 139 の斜視図であり、図 24 は光学素子保持装置 139 の平面図であり、図 25 は光学素子保持装置 139 の側面図であり、図 26 は図 24 の 26-26 線における断面図である。光学素子保持装置 139 は、枠体 142 と、3つのフレクシャ部材 41 と、レンズ枠体 40 と、保持部 43 とを含む。枠体 142 上には、等角度間隔を隔てて 3つのフレクシャ部材 41 が固定されている。フレクシャ部材 41 の上面にはレンズ枠体 40 が固定され、そのレンズ枠体 40 上には等角度間隔を隔てて 3つの保持部 43 が設けられている。

ここで、レンズ枠体 40 は、前述した第 1 の実施形態又は第 2 の実施形態で説明した光学素子保持装置 39 のレンズ枠体 42 と同様に構成され、第 1 の実施形態又は第 2 の実施形態と異なる点は、第 3 実施形態では、図 38 に示すように、取付溝 44 の近傍におけるレンズ枠体 40 の外周面には、四角柱状の位置検出用突部 76 が形成されている点である。又、隣接する保持部 43 間におけるレンズ枠体 40 の上面には、フレクシャ部材 41 を接合するための平板状のフレクシャ接合部 177 が配置されている。フレクシャ接合部 177 は、レンズ枠体 40 から外方に延出されている点も異なる。なお、保持部 43 の構成は、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と同様である。

次に、枠体 142 の構造について図 28 ～図 33 に従って説明する。図 28 は枠体 142 の斜視図であり、図 29 は枠体 142 の部分拡大平面図であり、図 30 は枠体 142 の部分側面図である。

図 28 に示すように、枠体 142 は、鉄、アルミニウム等の金属材料からなり、

円環状に形成されている。図 28～図 30 に示すように、枠体 142 の上面には、フレクシャ部材 41 を取り付けるための 3 つのフレクシャ取付部 80 が等角度間隔で形成されている。枠体 142 には、枠体 142 を積み重ねた際に、フレクシャ部材 41 を収容するための 3 つのフレクシャ収容凹部 81 が、各隣接するフレクシャ取付部 80 間に形成されている。フレクシャ収容凹部 81 は、フレクシャ本体 84 を収容する本体収容部 81a と、各駆動レバー 85a, 85b を収容するレバー収容部 81b とを含む。フレクシャ取付部 80 及びフレクシャ収容凹部 81 は、枠体 142 の周方向に交互に形成されている。すなわち、フレクシャ収容凹部 81 は、互いに隣接するフレクシャ取付部 80 の間に形成されている。

図 28 に示すように、フレクシャ収容凹部 81 の近傍における枠体 142 の外周面上には、レンズ室位置検出機構 82 を取り付けるための取付座 83 が形成されている。取付座 83 には、例えば静電容量検出型で、L 字状を有するレンズ室位置検出機構 82 (図 24 参照) が取着される。枠体 142 上にレンズ枠体 40 がフレクシャ部材 41 を介して取り付けられたとき、レンズ室位置検出機構 82 と、レンズ枠体 40 の位置検出用突部 76 とが所定の隙間をおいて対向して配置される。レンズ枠体 40 が枠体 142 に対して相対移動されると、位置検出用突部 76 がレンズ室位置検出機構 82 に対して変位して、その変位量がレンズ室位置検出機構 82 により検出される。

次に、フレクシャ部材 41 について、図 29～図 33 に従って説明する。図 28～図 30 に示すように、フレクシャ部材 41 は、フレクシャ本体 84 を含む。フレクシャ本体 84 には、垂直方向駆動レバー 85a と水平方向駆動レバー 85b とが連結されている。垂直及び水平方向駆動レバー 85a, 85b は、変位部材及び伝達部を形成する。

フレクシャ本体 84 は、レンズ枠体 40 のフレクシャ接合部 177 と、枠体 142 のフレクシャ取付部 80 との間に挟持される。フレクシャ本体 84 は、レンズ枠体 40 のフレクシャ接合部 177 をボルト 98 を介して固定するための接続ブロック 84a と、接続ブロック 84a の姿勢を調整可能に支持する接続ブロック支持機構 92 を含むフレクシャ支持ブロック 84b とを有する。

図 31 は、フレクシャ本体 84 の取付部分の部分拡大側面図であり、図 32 は、

図 29 の 32—32 線に沿う部分断面図である。図 33 は、フレクシャ部材 41 及び枠体 142 の断面を示す部分拡大断面図である。

図 31～図 33 に示すように、フレクシャ本体 84 は、略直方体状に形成され、接続ブロック 84a とフレクシャ支持ブロック 84b との間、及びフレクシャ支持ブロック 84b には、図 31 の X 軸方向に貫通する複数の第 1 スリット 86 及び第 2 スリット 87 が形成されている。フレクシャ本体 84 の下部には基準孔 84c が形成され、各第 1 スリット 86 は、基準孔 84c より上方に形成され、第 2 スリット 87 は、同基準孔 84c よりも下方に形成されている。接続ブロック 84a とフレクシャ支持ブロック 84b との間、及びフレクシャ支持ブロック 84b には、回転ピボット及び切欠ばねとしての役割を有する複数のフレクシャ首部 89a～89d が形成される。フレクシャ首部 89a～89d は以下のようにして形成される。

最初に、隣接するスリット 86、87 の間に未加工部分を残してスリット 86、87 を形成する。次に、第 1 スリット 86 の未加工部分に対して +X 方向（図 31 の紙面の手前方向）及び -X 方向（図 31 の紙面の奥方向）からの彫り込む加工を施すことにより彫り込み部 86a 及びフレクシャ首部 89a～89d が形成される。彫り込み部 86a は、図 33 に示すように光学素子 38 の径方向に関して各フレクシャ首部 89a～89d の両側に形成され、光学素子 38 の径方向に貫通する矩形貫通孔 88a を含む。ここで、彫り込み部 86a、フレクシャ首部 89a～89d を形成するためにフレクシャ支持ブロック 84b の両側には彫り込み部 86a 及びフレクシャ首部 89a～89d よりも大きな穴が形成される。

フレクシャ首部 89a～89d に予測不能な歪みが残存するのを回避するために、貫通孔 88a の深さ方向におけるフレクシャ首部 89a～89d の両側が例えば型彫放電加工、機械的切削加工等の同じ切削加工方法により形成されている。

第 2 スリット 87 の 2 カ所の未加工部分には、光学素子 38 の径方向に貫通する一対の円形貫通孔 88b が所定間隔を隔てて形成されている。一対の円形貫通孔 88b の間には、変換機構及び第 1 切欠ばねとしての役割を有する第 1 及び第 2 薄肉部 90a、90b が形成されている。

フレクシャ支持ブロック 84b は、第 1 及び第 2 スリット 86、87 により、

フレクシャ固定部 91 と、第 1 拘束ブロック 93 a と、第 2 拘束ブロック 94 a と、第 1 駆動ブロック 95 a と、第 2 駆動ブロック 96 a とに分割されている。フレクシャ固定部 91 は、枠体 142 のフレクシャ取付部 80 にボルト 97 を介して固定されている（図 28、図 29 参照）。

第 1 フレクシャ首部 89 a は第 1 駆動ブロック 95 a と第 1 拘束ブロック 93 a とを連結し、第 2 フレクシャ首部 89 b は第 2 駆動ブロック 96 a と第 2 拘束ブロック 94 a とを連結し、第 3 フレクシャ首部 89 c は第 1 拘束ブロック 93 a と第 2 拘束ブロック 94 a とを連結し、第 4 フレクシャ首部 89 d は第 1 拘束ブロック 93 a と接続ブロック 84 a とを連結する。各フレクシャ首部 89 a ～ 89 d は、各駆動ブロック 95 a, 96 a、接続ブロック 84 a の断面よりもに非常に小さな正方形の断面を有する。

第 1 拘束ブロック 93 a は、第 1 フレクシャ首部 89 a 及び第 4 フレクシャ首部 89 d によって、第 1 駆動ブロック 95 a 及び接続ブロック 84 a に固定される。第 1 拘束ブロック 93 a は、第 1 フレクシャ首部 89 a 及び第 4 フレクシャ首部 89 d により、Z 方向（光学素子 38 の光軸方向）周りに回転可能に保持され、Z 方向への変位は拘束される。第 1 拘束ブロック 93 a、第 1 フレクシャ首部 89 a 及び第 4 フレクシャ首部 89 d は、光学素子 38 の垂直方向（光軸方向）への変位を拘束する垂直方向拘束リンク 93 を形成する。

第 2 拘束ブロック 94 a は、第 2 フレクシャ首部 89 b 及び第 3 フレクシャ首部 89 c によって、第 2 駆動ブロック 96 a 及び第 1 拘束ブロック 93 a に固定される。第 2 拘束ブロック 94 a は、第 2 フレクシャ首部 89 b 及び第 3 フレクシャ首部 89 c により、Y 方向（光学素子 38 の接線方向）周りに回転可能に保持され、Y 方向への変位を拘束する。第 2 拘束ブロック 94 a、第 2 フレクシャ首部 89 b 及び第 3 フレクシャ首部 89 c は、光学素子 38 の水平方向（接線方向）への変位を拘束する水平方向拘束リンク 94 を形成する。

垂直方向拘束リンク 93 の拘束方向と、水平方向拘束リンク 94 の拘束方向とは実質的に直交する。言い換えれば、垂直方向拘束リンク 93 の回転軸と、水平方向拘束リンク 94 の回転軸とは、実質的に互いに直交する。

接続ブロック 84 a は、第 4 フレクシャ首部 89 d を介してフレクシャ支持ブ

ロック 8 4 b に連結されている。すなわち、接続ブロック 8 4 a は、垂直方向拘束リンク 9 3 と水平方向拘束リンク 9 4 によって支持されている。

図 3 1 ～図 3 3 に示すように、第 1 及び第 4 フレクシャ首部 8 9 a, 8 9 d は、接続ブロック 8 4 a のほぼ中心を通り、かつ Z 軸に平行な線上に配置されている。第 2 及び第 3 フレクシャ首部 8 9 b, 8 9 c は、接続ブロック 8 4 a の表面とほぼ平行な線上に配置されている。第 3 フレクシャ首部 8 9 c は、第 4 フレクシャ首部 8 9 d の近傍に配置されている。

上記フレクシャ本体 8 4 において、接続ブロック 8 4 a は、垂直方向拘束リンク 9 3 及び水平方向拘束リンク 9 4 により、第 1 及び第 2 駆動ブロック 9 5 a, 9 6 a に対して、X 方向、Y 方向及び Z 方向周りに回転可能に、かつ Y 方向及び Z 方向への変位を抑制するよう支持されている。さらに、接続ブロック 8 4 a は、第 4 フレクシャ首部 8 9 d により X 方向に変位可能に支持されている。

第 1 駆動ブロック 9 5 a は、第 1 フレクシャ首部 8 9 a により第 1 拘束ブロック 9 3 a に連結され、第 1 薄肉部 9 0 a によりフレクシャ固定部 9 1 に連結されている。第 1 薄肉部 9 0 a は、変換機構及び第 1 切り欠きばねとしての役割を有する。第 1 駆動ブロック 9 5 a には、光学素子 3 8 の接線方向に沿って延びる垂直方向駆動レバー 8 5 a が一体に形成されている。第 1 薄肉部 9 0 a は、垂直方向駆動レバー 8 5 a の光学素子 3 8 の光軸と平行な方向（上下方向）への移動を第 2 切欠きばねとしての役割を有する第 1 フレクシャ首部 8 9 a に伝達する。第 1 駆動ブロック 9 5 a、第 1 フレクシャ首部 8 9 a 及び第 1 薄肉部 9 0 a は、垂直方向駆動レバー 8 5 a の上下方向の移動を垂直方向拘束リンク 9 3 に伝達する垂直方向駆動リンク 9 5 を形成する。

第 2 駆動ブロック 9 6 a は、第 2 フレクシャ首部 8 9 b により第 2 拘束ブロック 9 4 a に連結され、第 2 薄肉部 9 0 b によりフレクシャ固定部 9 1 に連結されている。第 2 駆動ブロック 9 6 a には、光学素子 3 8 の接線方向に沿って延びる水平方向駆動レバー 8 5 b が一体に形成されている。第 2 薄肉部 9 0 b は、変換機構及び第 3 切り欠きばねとしての役割を有する。第 2 薄肉部 9 0 b は、水平方向駆動レバー 8 5 b の光学素子 3 8 の光軸と平行な方向（上下方向）への移動を第 4 切欠きばねとしての役割を有する第 2 フレクシャ首部 8 9 b に伝達する。第 2

駆動ブロック 96 a、第 2 フレクシャ首部 89 b 及び第 2 薄肉部 90 b は、水平方向駆動レバー 85 b の上下方向の移動を水平方向の移動に変換し、その水平方向の移動を水平方向拘束リンク 94 に伝達する水平方向駆動リンク 96 を形成する。

第 1 フレクシャ首部 89 a は、第 1 薄肉部 90 a の中央を通り、かつ光学素子 38 の接線方向に沿う仮想直線上に配置されている。第 2 フレクシャ首部 89 b は、第 2 薄肉部 90 b の中央を通り、かつ光学素子 38 の光軸方向に沿う仮想直線上に配置されている。

図 28～図 30 及び図 32 に示すように、駆動レバー 85 a、85 b の先端には、調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 が交換部材（例えば、ボルト、プラグ等）101 により交換可能に固定されている。調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 は、移動量設定手段を形成する。複数枚の調整ワッシャ 99 が厚さを例えば 1 μ m おきに予め調整できるように用意されている。複数枚の調整ボタン 100 が厚さを例えば 10 μ m おきに調整できるように予め用意されている。すなわち、調整ワッシャが微調整用に、また調整ボタンが粗調整用に使われる。これらの調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 を選択的に組み合わせることで、駆動レバー 85 a、85 b と枠体 142 との間の間隔が調整され、駆動レバー 85 a、85 b の移動量が設定される。駆動レバー 85 a、85 b は所定の長さを有するので、駆動レバー 85 a、85 b の基端部の移動量はその先端部の移動量よりも小さい。

調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 の近傍で、かつ枠体 142 の上面には、操作部としての役割を有するリフトレバー 102 が上下移動可能かつ駆動レバー 85 a、85 b に接離可能に設けられている。リフトレバー 102 の近傍において、駆動レバー 85 a、85 b と枠体 142 との間には、引っ張りばねである復帰ばね 103 が取り付けられている。駆動レバー 85 a、85 b は復帰ばね 103 により枠体 142 側に付勢され、リフトレバー 102 が駆動レバー 85 a、85 b に当接していないとき、駆動レバー 85 a、85 b の先端が調整ボタン 100 の上面に当接している。このリフトレバー 102 を駆動レバー 85 a、85 b に接触させたまま、枠体 142 から離れる方向、すなわち上方向に移動させるこ

とによって、駆動レバー 85 a, 85 b が、引張りばねの付勢力に抗して、枠体 142 から離れる。従って、駆動レバー 85 a, 85 b は、調整ボタン 100 から離れる。このように、駆動レバー 85 a, 85 b が調整ボタン 100 から離れた状態で、調整ボタン 100 及び調整ワッシャ 99 の交換が行われる。調整ボタン 100 及び調整ワッシャ 99 の交換が完了した後、リフトレバーを元の位置に戻すことによって、駆動レバー 85 a, 85 b が引張りバネの付勢力によって、調整ボタンの上面に当接する。

図 23 及び図 28 に示すように、枠体 142 には、他の枠体 142 との接合面 40 a が定義されている。複数の光学素子保持装置 139 は、互いに 180° の位相がずれた状態で、各枠体 142 の接合面 40 a が間隔調整用スペーサを介して互いに積層される。このとき、下方の光学素子保持装置 139 のレンズ枠体 40 は、上方の光学素子保持装置 139 の枠体 142 に収容される。また、下方の光学素子保持装置 139 のフレクシャ部材 41 は、上方の光学素子保持装置 139 の枠体 142 のフレクシャ収容凹部 81 に収容される。

次に、光学素子保持装置 139 の作用について説明する。第 3 実施形態における光学素子保持装置 139 は、前述のように、光学素子 38 を支持する支持部材をなすレンズ枠体 40 と、そのレンズ枠体 40 を鏡筒モジュール 37 a に固定する固定部をなす枠体 142 との間が、3つのフレクシャ部材 41 で接続されている。この鏡筒モジュール 37 a は、互いに積層された他の枠体 142 を示し、全ての枠体 142 が積層されて初めて鏡筒が構成される。この光学素子保持装置 139 のフレクシャ部材 41 を他の形態で示すと、図 35 に示すようになる。この図 35 に示すように、各フレクシャ部材 41 は、それぞれ 2 本の剛体 106 a、106 b と、剛体 106 a の両端に設けられた回転ピボット 107 a、107 b と、剛体 106 b の両端に設けられた回転ピボット 107 c、107 d とを有している。つまり、光学素子保持装置 139 全体では、6 本の剛体と、その各剛体の両端にそれぞれ回転ピボットが配設されている。なお、ここでいう 3 方向の回転は、各剛体 106 の長手方向を貫く軸線と、その軸線に直交するとともに互いに直交する 2 つの軸線との 3 つの軸線周りの回転のことである。

また、前記剛体 106 a、106 b は、剛体 106 a の回転ピボット 107 a、

107bを結ぶ直線と、剛体106bの回転ピボット107c、107dを結ぶ直線とを仮定したときに（本実施形態では、剛体106a、106bの組み合わせが3つあるので、6本の直線が仮定される）、3本以上の直線が同一点で交差しないように配置されている。なお、剛体106aの一端の回転ピボット107bと、剛体106bの回転ピボット107dとが非常に近接して配置されるために、全体的に見るとほぼ同一の回転ピボット107b、107dからなる。言い換えると、2本の剛体106a、106bが、1つの回転ピボットを共有している。

さらに、各剛体106a、106bの他端には、その各剛体106a、106bの枠体142との相対位置を調整する距離調整機構としての位置調整機構108が装備されている。そして、この位置調整機構108により、前記各剛体106a、106bの端部の位置を変位させることで、枠体142とレンズ枠体40との間の距離を調整するようになっている。

ここで、前記他の形態と第3実施形態のフレクシャ部材41とを対比して考えると、前記剛体106aには、第2拘束ブロック94aが対応し、剛体106bには第1拘束ブロック94bが対応している。また、回転ピボット107aは、第2フレクシャ首部89bに対応し、回転ピボット107bは、第1フレクシャ首部89aに対応し、回転ピボット107cは、第3フレクシャ首部89cに対応し、回転ピボット107dは、第4フレクシャ首部89dに対応している。そして、前記第2拘束ブロック94aの一端の第3フレクシャ首部89cは、前記第1拘束ブロック93aの一端の第4フレクシャ首部89dのすぐ近傍に接続されている。このため、この両フレクシャ首部89c、89dは、全体として一体的な回転ピボット107b、107dとして見るとことができる。さらに、前記位置調整機構108には、調整ワッシャ99、調整ボタン100、垂直方向駆動レバー85a、水平方向駆動レバー85b、第1駆動ブロック95a及び第2駆動ブロック96aが対応している。

なお、設計の都合上、各拘束ブロック93a、94aの変位の方法は、上下または左右方向となっており、前記モデルにおける2本の剛体106a、106bの斜め方向とは異っているが、組合せることで実質的に同一となる。

次に、この光学素子保持装置 139 のフレクシャ本体 84 の動作について、さらに詳細に説明する。図 36 は、1つのフレクシャ本体 84 のリンク機構 104 のみを模式的に示す。

所定の駆動力 F_1 により垂直方向駆動レバー 85 a の先端部が垂直方向に駆動されると、第 1 薄肉部 90 a は、その駆動力を光学素子 38 の径方向の軸を中心とする回動力 M_1 に変換する。回動力 M_1 は、第 1 駆動ブロック 95 a を介して第 1 薄肉部 90 a の中心線 L_1 の延長上にある第 1 フレクシャ首部 89 a の垂直方向への直線駆動力に変換される。直線駆動力は、第 1 拘束ブロック 93 a 及び第 4 フレクシャ首部 89 d を介して接続ブロック 84 a に伝達され、レンズ枠体 40 内の光学素子 38 が光軸方向に沿って移動する。

次に、所定の駆動力 F_2 により水平方向駆動レバー 85 b の先端部が垂直方向に駆動されると、第 2 薄肉部 90 b は、その駆動力を光学素子 38 の径方向の軸を中心とする回動力 M_2 に変換する。回動力 M_2 は、第 2 駆動ブロック 96 a を介して第 2 薄肉部 90 b の中心線 L_2 の延長上にある第 2 フレクシャ首部 89 b の水平方向への直線駆動力に変換される。直線駆動力は、第 2 拘束ブロック 94 a、第 3 フレクシャ首部 89 c 及び第 4 フレクシャ首部 89 d を介して接続ブロック 84 a に伝達され、レンズ枠体 40 内の光学素子 38 が接線方向に沿って移動する。

さらに、所定の駆動力 F_1 、 F_2 により駆動レバー 85 a、85 b の先端部が垂直方向に駆動されると、第 1 拘束ブロック 93 a、第 2 拘束ブロック 94 a 及び第 3 フレクシャ首部 89 c により 2 つの駆動力が合成される。ここで、光学素子 38 の光軸を Z 軸とする極座標 $R-\theta-Z$ 系について考慮する。第 3 フレクシャ首部 89 c の θ 座標、 Z 座標は、駆動レバー 85 a、85 b の動きに応じて変化する。第 1 拘束ブロック 93 a、第 2 拘束ブロック 94 a により第 3 フレクシャ首部 89 c の X 方向及び Y 方向への移動は拘束されるので、第 3 フレクシャ首部 89 c は、第 1 フレクシャ首部 89 a と第 2 フレクシャ首部 89 b とを結ぶ直線 L_3 を中心に微少回転することが可能である。すなわち、第 3 フレクシャ首部 89 c は、 R 座標方向（光学素子 38 の径方向）への移動について自由度を有している。従って、レンズ枠体 40 に対して不動点である第 3 フレクシャ首部 89

cの極座標 θ 、Zの並進移動が所定位置に拘束され、極座標Rの並進移動が許容される。第3フレクシャ首部89cは回転ピボットであるので、第3フレクシャ首部89cは極座標R、 θ 、Z回りの回転自由度を有している。

上記の動き及び拘束は、3つのフレクシャ本体84の各々で独立に生じる。従って、固定された3つの点（第3フレクシャ首部89c）のそれぞれの2つの方向への自由度が拘束される。即ち、レンズ枠体40の姿勢（6自由度）は機構学に基づいて拘束される。レンズ枠体40の姿勢は、駆動レバー85a、85bの移動量と1:1で対応しているため、レンズ枠体40に保持される光学素子38の姿勢を、光学素子38に無理な力、歪みを与えることなく自在に調節することが可能となる。

レンズ枠体40は、各フレクシャ部材41により枠体142にキネマティックに支持されている。ここで、光学素子38の中心を原点とし、その光学素子38の光軸方向をZ軸、光学素子38の径方向をR軸、及び光学素子38の周方向をQとする極座標系R-Q-Zを考える。リンク機構104では、第3フレクシャ首部89cは、所定の範囲内においてRQZ軸の各方向に変位可能である。更に、各リンク機構104において第3フレクシャ首部89cの枠体142からの高さを適宜変更することにより、レンズ枠体40を枠体142に対して任意の方向に傾けることができる。従って、レンズ枠体40は、RQZ軸の各方向へ移動可能かつ、R軸、Q軸及びZ軸周りに回転可能に枠体142に支持される。

3つのリンク機構104により、光学素子38をその光軸に垂直な面内で移動させる例について、図37に従って説明する。ここで、リンク機構104cの第3フレクシャ首部89cが、点MPに所定の距離だけ移動されたものとする。この移動に伴って、レンズ枠体40の中心Oは、リンク機構104a、104bの第3フレクシャ首部89cの接線TLの交点IPを中心として、リンク機構104cの所定の移動距離の2/3の距離だけ移動する。

これは、以下の理由による。ここで、レンズ枠体40の中心O、各リンク機構104a、104bの第3フレクシャ首部89c、接線TLの交点IPの4つの点の位置関係を考える。4つの点により、30°、60°、90°の内角を有し、かつ互いに合同である、2つの直角三角形が形成される。レンズ枠体40の中心

Ｏと各第３フレクシャ首部８９ｃとの距離（半径）が１に設定された場合、レンズ枠体４０の中心Ｏと交点ＩＰとの距離は、半径の２倍である。このため、交点ＩＰとリンク機構１０４ｃの第３フレクシャ首部８９ｃとの距離は半径の３倍である。従って、リンク機構１０４ｃの第３フレクシャ首部８９ｃの移動距離の２／３の距離だけ、光学素子３８の中心Ｏが点ＭＰ'に移動する。

次に、光学素子保持装置１３９の組立手順について説明する。

まず、図３８に示すように、レンズ枠体４０の取付溝４４とは反対側の表面に保持部４３の基台部材４５が図示しないボルトにより締め付け固定される。基台部材４５の座面ブロック支持機構５１がサンドイッチ部材１０８により基台部材４５に仮固定される。サンドイッチ部材１０８は、光学素子３８を組み付けるまでの間に、座面ブロック支持機構５１の各拘束リンク５７、５８及び各首部５５ａ～５５ｄに不用意に荷重がかかるのを防止する。

次いで、光学素子３８を、レンズ枠体４０内に収容するとともに、光学素子３８のフランジ部３８ａを基台部材４５の座面ブロック５０ａ上の座面４９に載置させる。芯出し装置を用いてレンズ枠体４０に対する光学素子３８の位置決めを行い、基台部材４５の取付部５９上にパッド部材４７及びクランプ部材４６をボルト６８で締め付け固定する。こうして光学素子３８のフランジ部３８ａが座面４９と押さえ面６５との間に挟持される。次に、サンドイッチ部材１０８が基台部材４５から取り外され、座面ブロック支持機構５１により座面ブロック５０ａの姿勢が光学素子３８のフランジ部３８ａの形状に応じて調整され、光学素子３８の保持状態を安定させる。

次に、光学素子３８の光学面の精度を検査する。この検査において、所定値以上の光学面の変化が現れているときには、再度、座面ブロック支持機構５１をサンドイッチ部材１０８により仮固定して、光学素子３８の装着作業をやり直す。

次に、図２８に示すように、フレクシャ取付部８０に、フレクシャ本体８４をボルト９７により締め付け固定する。次いで、図３９に示すようにフレクシャ本体８４の接続ブロック８４ａを挟み込むように、肩パット部材１０９を装着する。肩パット部材１０９は、レンズ枠体４０を組み付けるまでの間に、フレクシャ本体８４の拘束リンク９３、９４、駆動リンク９５、９６、首部８９ａ～８９ｄ及

び薄肉部 90a, 90b に対して、不用意な荷重がかかるのを防止する。

次に、フレクシャ接合部 177 をフレクシャ本体 84 の接続ブロック 84a 上にボルト 98 で締め付け固定し、レンズ枠体 40 を枠体 142 上に仮固定する。この状態で、枠体 142 を芯出し装置に搭載して回転させ、光学素子 38 の光軸の振れ具合を観察する。その観察結果に基づいて、ボルト 98 を緩めレンズ枠体 40 の位置を調整して、再度、ボルト 98 で仮固定する。そして、光学素子 38 の光軸の振れがほとんどなくなるまで、この調整をくり返す。光学素子 38 の振れがほぼ解消されたら、ボルト 98 を完全に締め込んで、レンズ枠体 40 をフレクシャ本体 84 を介して枠体 142 上に固定する。

次に、肩パット部材 109 を取り外し、図 24 に示す光学素子保持装置 139 が構成される。そして、この状態で再度芯出し装置上で枠体 142 を回転させ、光学素子 38 の光軸の振れが完全に解消されるように、芯出し装置のテーブルを平行移動あるいは傾ける。このとき、芯出し装置により検出されるレンズ枠体 40 外径の偏心量、端面の傾き量が記録される。これらの情報を用いて専用のソフトウェアプログラムに従ってコンピュータにより、偏心量及び傾き量を打ち消す調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 の数の組み合わせが計算される。そして、この計算結果に基づいて、調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 が選択的に取り付けられる。最後に、もう一度、芯出し装置により全体を回転させ、光学素子 38 の光軸の振れを確認する。

その後、図 34 に示すように複数の光学素子保持装置 139 を互いに位相を 180° ずらして積層することにより鏡筒 37 が形成される。

従って、第 3 実施形態の光学素子保持装置 139 は、以下の利点を有する。

(イ) 光学素子 38 を保持するレンズ枠体 40 と枠体 142 とが 3 つのフレクシャ本体 84 を介して連結されている。フレクシャ本体 84 には、光学素子 38 の中心を原点とし、その光学素子 38 の光軸方向を Z 軸、径方向を R 軸、周方向を Q 軸とした座標系 RQZ に沿う 3 つの移動と、3 つの座標軸 RQZ 周りの回転とを与える駆動レバー 85a, 85b が設けられている。

駆動レバー 85a, 85b に所定の駆動力が与えられると、フレクシャ本体 84 の作用により、光学素子 38 には、座標軸 RQZ に沿う 3 つの移動と、3 つの

座標軸R Q Z周りの回転との6つの運動自由度が付与される。つまり、光学素子38がキネマティックに保持されている。従って、フレクシャ本体84の作用により、光学素子38の姿勢が微妙に調整され、枠体142に厳密な加工を施すことなく、光学素子38の位置決めが容易かつ精度よく行われる。

(ロ) 3つのフレクシャ本体84は、光学素子38の周りに等間隔に配置されている。このため、3つのフレクシャ本体84により光学素子38の位置決めのための構成が簡単となり、その光学素子38が安定して保持される。

(ハ) 3つのフレクシャ本体84の各々は、枠体142に固定されるフレクシャ固定部91と、レンズ枠体40に連結される接続ブロック84aとを有する。フレクシャ固定部91及び接続ブロック84aを互いに異なる方向（垂直方向と水平方向）への変位を拘束し、かつフレクシャ固定部91及び接続ブロック84aを互いに異なる方向の周りに回転可能に支持する垂直方向拘束リンク93と水平方向拘束リンク94とが設けられている。フレクシャ固定部91及び拘束リンク93、94により、接続ブロック84aには6つの運動自由度が与えられる。この構成により、光学素子38の位置決めが容易かつ精度よく行われる。

(ニ) 水平方向拘束リンク94は、フレクシャ固定部91及び接続ブロック84aの水平方向への変位を拘束し、かつフレクシャ固定部91及び接続ブロック84aを水平方向の周りに回転可能に支持する。垂直方向拘束リンク93は、フレクシャ固定部91及び接続ブロック84aの垂直方向への変位を拘束し、かつフレクシャ固定部91及び接続ブロック84aを垂直方向の周りに回転可能に支持する。水平方向拘束リンク94と垂直方向拘束リンク93とからなるリンク機構は、フレクシャ本体84の構成の簡略化を可能にする。

(ホ) フレクシャ固定部91及び接続ブロック84aは、拘束リンク93、94とをフレクシャ首部89a～89dにより連結されている。このため、拘束リンク93、94の動きがフレクシャ固定部91及び接続ブロック84aに簡単な構成で伝達される。

(ヘ) 水平方向駆動レバー85bに付与される上下方向の駆動力は、第2薄肉部90bと第2フレクシャ首部89bとからなる変換機構により水平方向の駆動力に変換される。このため、フレクシャ本体84の設計の自由度が増大する。

また、フレクシャ本体 8 4 の外部における上下方向の移動により光学素子 3 8 が水平方向に移動される。このため、光学素子 3 8 がレンズ枠体 4 0 に收容されている場合において、上記変換機構は特に有効的である。

(ト) 垂直方向駆動レバー 8 5 a に付与される上下方向の駆動力は、第 1 薄肉部 9 0 a と第 1 フレクシャ首部 8 9 a とからなる変換機構により上下方向の駆動力に変換される。このため、フレクシャ本体 8 4 の外部における上下方向の移動により光学素子 3 8 が上下方向に移動される。このため、光学素子 3 8 がレンズ枠体 4 0 に收容される場合において、上記変換機構は特に有用的である。

(チ) フレクシャ固定部 9 1、接続ブロック 8 4 a、及び拘束リンク 9 3、9 4 は、単一部材により形成されている。拘束リンク 9 3、9 4 は、首部によってフレクシャ固定部 9 1 及び接続ブロック 8 4 a に連結されている。このため、部品点数が増大することなく、しかも簡単な構成でリンク機構を形成することができる。

(リ) 第 1 薄肉部 9 0 a と第 1 フレクシャ首部 8 9 a とが水平方向における同一面に配置されている。このような配置により、垂直方向駆動レバー 8 5 a に駆動力は付与されたとき、第 1 フレクシャ首部 8 9 a での回転モーメントの発生が防止され、上下方向の駆動力が光学素子 3 8 の上下方向への駆動力に正確に変換される。

(ヌ) 第 2 薄肉部 9 0 b と第 2 フレクシャ首部 8 9 b とが垂直方向における同一面に配置されている。このような配置により、水平方向駆動レバー 8 5 b の駆動力が付与されたとき、第 2 フレクシャ首部 8 9 b での回転モーメントの発生が防止され、上下方向の駆動力が光学素子 3 8 の水平方向への駆動力に正確に変換される。

(ル) 駆動レバー 8 5 a、8 5 b の先端における移動量よりも少ない移動量がフレクシャ本体 8 4 のリンク機構に伝達されるので、光学素子 3 8 の微小移動が可能となる。また、移動量の低減に応じて、光学素子 3 8 における移動量が正確に制御される。

(ヲ) 駆動レバー 8 5 a、8 5 b の移動量は、調整ワッシャ 9 9 及び調整ボタン 1 0 0 より調整される。このため、駆動レバー 8 5 a、8 5 b の移動量が変

動することがなく、光学素子 38 の位置が正確に制御される。

(ワ) 調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 は、駆動レバー 85 a, 85 b と枠体 142 との間に配置されている。駆動レバー 85 a, 85 b と枠体 142 との間隔（即ち、駆動レバー 85 a, 85 b の移動量）は、調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 の数によって調整される。このため、簡単な構成で光学素子 38 の位置が正確に制御される。

(カ) 水平方向駆動レバー 85 b の操作によって光学素子 38 がその接線方向へ移動し、垂直方向駆動レバー 85 a の操作によって光学素子 38 が光軸方向に移動する。このように 2 つの駆動レバー 85 a, 85 b の操作によって光学素子 38 の姿勢が容易かつより正確に制御される。

(ヨ) フレクシャ本体 84 は、隣接する座面ブロック 50 a 間に配置されている。このため、光学素子保持装置 139 が小型化される。

(タ) 拘束リンク 93, 94 を連結する回転ピボットは、比較的小さな断面積を有するフレクシャ首部 89 a ~ 89 d である。この構成により、フレクシャ固定部 91、接続ブロック 84 a、拘束リンク 93, 94 が簡単な構成で、かつ一体の部材で形成される。

(レ) 駆動レバー 85 a, 85 b は復帰ばね 103 により枠体 142 側に付勢されている。復帰ばね 103 の付勢力によって、駆動レバー 85 a, 85 b が調整ボタン 100 に当接することにより、駆動レバー 85 a, 85 b の位置が規定される。即ち、駆動レバー 85 a, 85 b の位置が、調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 の厚みにより規定される。調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 は、ネジの締め込み量によりレバーの位置を規定する場合と比較して、レバーの位置の設定をより正確に行うことを可能にする。

(ソ) 隣接するフレクシャ本体 84 の間に、他の光学素子保持装置 139 のフレクシャ本体 84 を収容するためのフレクシャ収容凹部 81 が設けられている。この構成により、複数の光学素子保持装置 139 を積層したときに、積層された光学素子保持装置 139 が小型化される。

(ツ) フレクシャ収容凹部 81 は、フレクシャ本体 84 に対して 180° だけずれた位置に配置されている。このため、複数の光学素子保持装置 139 を互

いに180°だけずらして、積層することにより、積層された光学素子保持装置139が小型化される。

(ネ) 枠体142の端面には、他の光学素子保持装置139の枠体142との接合面40aが定義されている。この接合面40aの間に間隔調整用のスペーサを配置して、光学素子保持装置139の互いの位置を調整することができる。すなわち、間隔調整用のスペーサで、光学素子保持装置139が保持する光学素子の位置を粗調整することができる。その後、光学素子保持装置139の駆動レバー85a, 85bを駆動すると共に、調整用ワッシャ及び調整用ボタンの厚みを変更することにより、光学素子を目的とする位置まで移動することができる。なお、この間隔調整用スペーサは、接合面40aと略同一形状のリング状のスペーサであってもよく、接合面40aの複数箇所に配置される分割されたスペーサ(例えば、ワッシャ)であってもよい。

(ナ) 各鏡筒モジュール420においては、複数の光学素子38が光学素子保持装置139により保持されている。各鏡筒モジュール420において光学素子38が正確に位置決めされ、鏡筒37全体の結像性能が向上する。

(ヲ) 露光装置31は、光学素子38が光学素子保持装置139により保持された鏡筒37を含む投影光学系35を用いて露光を行う。従って、投影光学系35の結像性能が向上し、露光精度が向上する。

(ム) この露光装置31では、フレクシャ部材を41を駆動する駆動レバー85a, 85bが、光学素子38を支持するレンズ枠体40と、枠体142との間に配置されている。このため、駆動レバー85a, 85bを作動させることで、光学素子38を前記6つの運動自由度をもって移動させることが可能になる。従って、枠体142やレンズ枠体40等を厳密に加工することなく、光学素子38の位置決めを容易かつ精度よく行うことができる。

(ウ) この露光装置31では、3つのフレクシャ部材41が、それぞれ所定の長さの剛体をなす第1拘束ブロック93a及び第2拘束ブロック94aを有している。そして、レンズ枠体40が、全体では6本の剛体を介して枠体142上に支持されている。しかも、各剛体は、前記6つの運動自由度を有しているため、前記枠体142に対してみそすり運動(歳差運動)可能なものとなる。このため、

前記レンズ枠体 40 に支持される光学素子 38 を、簡単な構成でもって、その中心を原点とし、径方向を R、周方向を θ 、光軸方向を Z とする 3 つの座標軸系 R- θ -Z 系においてキネマティックに支持することができる。

(キ) この露光装置 31 では、フレクシャ部材 41 が、レンズ枠体 40 と枠体 142 との間の距離を調整する位置調整機構 108 を有している。このため、レンズ枠体 40 と枠体 142 との間の距離を調整することにより、光学素子 38 の移動範囲を拡大することができる。そして、これを、投影光学系 35 の残存収差の補正に利用することで、投影光学系 35 の結像特性が大きく向上し、露光装置 31 の露光精度を向上させることができる。

(ノ) この露光装置 31 では、3 つのフレクシャ部材 41 のフレクシャ本体 84 に取り付けられた駆動レバー 85 a, 85 b を変位させることにより、そのフレクシャ本体 84 を変位させる。そして、このフレクシャ本体 84 の変位により、光学素子 38 の位置決めをなすようになっている。このように、光学素子 38 の移動はフレクシャ部材 41 を介して行うこととなり、光学素子 38 に予想外のひずみが生じたりするのが抑制される。従って、光学素子 38 の精度を保ちつつ、その光学素子 38 をより正確に移動させることができる。

(オ) ある物体を所定の固定部に対して 6 本の剛体を介しキネマティックに保持したとき、その 6 本の剛体の延長線のうち 3 本以上が同一点で交わると、キネマティックの特異点が生じる。この特異点では、前記物体の保持が不安定となり、その物体の正確な位置決めが困難となる。これに対して、この露光装置 31 では、各フレクシャ部材 41 の剛体をなす各拘束ブロック 93 a, 94 a における両端のフレクシャ首部 89 a ~ 89 d を結ぶ 6 本の直線を仮定したときに、3 本以上の直線が同一点で交わらないようになっている。このため、キネマティックの特異点が生じることがなく、光学素子 38 の位置決めをより確実に行うことができる。

(第 4 実施形態)

次に、本発明の光学素子保持装置の第 4 実施形態について、前記第 1 実施形態とは異なる部分を中心に、図 40 ~ 図 42 に基づいて説明する。

図 40 は、この第 4 実施形態の光学素子保持装置 121 を模式的に示した斜視

図である。図 4 0 に示すように、この光学素子保持装置で 1 2 1 では、光学素子 3 8 を保持するレンズ枠体 1 2 2 がそれぞれ独立した 6 本(図中には 5 本を記載)の剛体 1 2 3 を介して枠体 1 2 4 上に保持されている。

図 4 1 は剛体 1 2 3 を示す断面図であり、図 4 2 はその図 2 1 における 4 2 - 4 2 線での断面図となっている。図 4 1 及び図 4 3 に示すように、剛体 1 2 3 は金属製の四角柱で形成されており、その両端の近傍には第 3 実施形態のフレクシヤ首部 8 9 a ~ 8 9 d と同様な構成の回転ピボット 1 2 5 が切り欠き形成されている。そして、各剛体 1 2 3 は、その一端が直接前記枠体 1 2 4 に固定され、他端が取り付け部材 1 2 6 を介して前記レンズ枠体 1 2 2 に固定されている。なお、この 6 本の剛体 1 2 3 も、各剛体 1 2 3 の両端の回転ピボット 1 2 5 を結ぶ 6 本の直線を仮定したとき、3 本以上の直線が同一点で交わらないように配置されている。

このように構成された第 4 実施形態によれば、前記第 3 実施形態に記載の(イ)、(ホ)、(チ)、(ラ)、(ウ)及び(オ)の効果とほぼ同様の効果に加えて、次の効果を得ることができる。

(第 5 実施形態)

次に、本発明の光学素子保持装置の第 5 実施形態について、前記各実施形態とは異なる部分を中心に説明する。図 4 3 に模式的に示すように、この第 5 実施形態の光学素子保持装置 1 3 1 は、第 4 実施形態の光学素子保持装置 1 2 1 のレンズ枠体 1 2 2 が省略されたものとなっている。そして、剛体 1 2 3 の一方の端部には、座面ブロック機構やクランプ部材が取着され、光学素子 3 8 を直接挟持するようになっている。

このようにしても、第 4 実施形態の光学素子保持装置と 1 2 1 はほぼ同様の効果が得られる。

(第 6 実施形態)

次に、本発明の光学素子保持装置の第 6 実施形態について、前記各実施形態とは異なる部分を中心に説明する。

図 4 4 は、この第 6 実施形態の光学素子保持装置 1 3 6 を模式的に示した斜視図である。図 4 4 に示すように、この光学素子保持装置で 1 3 6 は、前記第 3 実

施形態の光学素子保持装置 139 において、位置調整機構 108 が省略されたものである。具体的には、前記第 3 実施形態の光学素子保持装置 139 において、垂直方向駆動レバー 85a 及び水平方向駆動レバー 85b と、さらに両駆動レバー 85a, 85b の変位を調整する調整ワッシャ 99 及び調整ボタン 100 と、それらの周辺構成が省略されたものとなっている。

このように構成しても、光学素子 38 をレンズ枠体 40 に載置したときに、フレクシャ部材 41 の作用により、前記極座標系 $R-\theta-Z$ 系に沿う 3 つの移動と、前記 3 つの座標軸 R 、 θ 、 Z 周りの回転との 6 つの運動自由度が確保される。従って、光学素子 38 をキネマティックに前記枠体 142 上に保持させることができ、光学素子 38 の位置調整の範囲が小さくなるものの、前記第 3 実施形態の光学素子保持装置 139 とほぼ同様の効果が得られる。

(第 7 実施形態)

次に、本発明の光学素子保持装置の第 7 実施形態について、前記各実施形態とは異なる部分を中心に説明する。

図 45 は、この第 7 実施形態の光学素子保持装置 141 を模式的に示した斜視図である。図 45 に示すように、この光学素子保持装置 141 では、前記第 4 実施形態の光学素子保持装置 121 において、剛体 146 の形状が変更されるとともに、各剛体 146 の途中に距離調整機構をなす長さ調整機構 143 が配設されたものとなっている。また、各剛体 146 は、2 本ずつ、その一端側の回転ピボット 144 が非常に近接配置され、2 本の剛体 146 が 1 つの回転ピボットをほぼ共有するようになっている。

図 46 は 1 本の前記剛体 146 を示す断面図であり、図 47 は図 46 における 27-27 線での断面図となっている。図 46 及び図 47 に示すように、剛体 146 は金属製の円柱で形成されており、その両端の近傍には断面略 U 字状の環状溝からなる回転ピボット 144 が切り欠き形成されている。この回転ピボット 144 は、第 3 実施形態のフレクシャ首部 89a ~ 89d と同様な作用を奏する。この回転ピボット 144 のごく近傍に、他の剛体 146 の回転ピボット 144 が接続されている。そして、各剛体 146 は、その一端が固定部としての前記枠体 124 に直接固定され、他端が取り付け部材 126 を介して前記レンズ枠体 12

2に固定されている。

長さ調整機構143は、例えばピエゾ素子からなり、露光装置31全体の動作を制御する制御装置としての主制御装置145に接続されている。この主制御装置145は、露光装置31の投影光学系35の像面上に形成された前記レチクルRt上のパターンの像に基づいて、投影光学系35の収差情報を検出する。また、主制御装置145は、長さ調整機構143から自身の伸長長さの情報を入力し、各長さ調整機構143からの伸長長さの情報からレンズ枠体122と枠体124との距離を求める。そして、主制御装置145は、前記収差情報と、レンズ枠体122と枠体124との距離とに基づいて、各長さ調整機構143の伸長長さを制御する。これにより、レンズ枠体122と枠体124との間の距離が調整され、投影光学系35の収差が補正される。

このように構成された第7実施形態によれば、前記第3実施形態に記載の(イ)、(ホ)、(チ)、(ラ)、(ウ)及び(オ)の効果とほぼ同様の効果に加えて、次の効果を得ることができる。

(ヤ) 光学素子保持装置141では、主制御装置145がレンズ枠体122と枠体124との間の距離を検出する。そして、主制御装置145は、その検出結果と投影光学系35の像面側に形成されたパターンの像に含まれる収差情報とに基づいて、レンズ枠体122と枠体124との距離を調整すべく、長さ調整機構143を制御する。

このため、投影光学系35に残存する収差をより正確に補正することができて、露光精度を一層向上させることができる。しかも、長さ調整機構143にピエゾ素子を採用することで、レンズ枠体122と枠体124との距離を調整を電氣的にリアルタイムで行うことができ、投影光学系35の収差をその投影光学系35の状態変化に追従させつつ補正することができる。

(ク) 光学素子保持装置141では、レンズ枠体122と枠体124との距離を、長さ調整機構143により、それらを接続する剛体146の長さを調整することにより行っている。このようにすれば、簡単な構成で、レンズ枠体122と枠体124との間の距離を調整できて、光学素子38の上下移動及びチルト移動の範囲を拡大することができる。

本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、本発明が他の代替例に具体化され得ることは当業者にとって明らかである。特に、本発明は以下のように変更されてもよい。

第3実施形態では、調整ワッシャ99及び調整ボタン100の代わりに例えばピエゾ等のアクチュエータを用いて、駆動レバー85a, 85bの移動量を設定してもよい。レンズ枠体40の位置を検出するセンサを用いてリアルタイムに光学素子38の姿勢を制御してもよい。

第3実施形態では、保持部43を設けることなくレンズ枠体40により光学素子38を保持するようにしてもよい。

光学素子38は、レンズの代わりに平行平板、ミラー又はハーフミラーであってもよい。更に、露光光を偏光する偏光部材、露光光を反射する反射面を備えた反射光学部材を使用することもできる。

本発明は、露光装置31の照明光学系33の光学素子保持装置、光学素子縦置きタイプの光学素子保持装置に適用されてもよい。更に、本発明が顕微鏡、干渉計等の光学機械の光学系における光学素子保持装置に適用されてもよい。

本発明がマスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するコンタクト露光装置やマスクと基板とを近接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ露光装置の光学系に適用されてもよい。投影光学系は、全屈折タイプのみならず、反射屈折タイプであってもよい。

本発明は、縮小露光型の露光装置のみならず、例えば等倍露光型、拡大露光型の露光装置に適用されてもよい。

本発明は、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクルまたはマスクを製造するために、マザーレチクルからガラス基板やシリコンウエハに回路パターンを転写する露光装置に適用されてもよい。ここで、DUV（深紫外）やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般に透過型レチクル基板が用いられる。レチクル基板としては、石英ガラス、フッ素がドーパされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、または水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置や電子線露光装置では、透過型マスク基板（ステンシルマスク、メンバレンマスク）が用いられる。

マスク基板としてはシリコンウエハが用いられる。

本発明は、半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子（LCD）などを含むディスプレイの製造に用いられ、デバイスパターンをガラスプレート上へ転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられ、デバイスパターンをセラミックウエハへ転写する露光装置、及びCCDの撮像素子の製造に用いられる露光装置に適用してもよい。

本発明は、マスクと基板とが相対移動した状態でマスクのパターンを基板へ転写し、基板を順次ステップ移動させるスキャニング・ステップと、マスクと基板とが静止した状態でマスクのパターンを基板へ転写し、基板を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式のステップに適用されてもよい。

露光装置は、例えばg線（436nm）、i線（365nm）、KrFエキシマレーザ（248nm）、F₂レーザ（157nm）、Kr₂レーザ（146nm）、Ar₂レーザ（126nm）等の光源を用いてもよい。更に、DFB半導体レーザまたはファイバレーザから発振される赤外域、または可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（またはエルビウムとイッテルビウムの双方）がドーブされたファイバアンプで増幅し、その増幅されたレーザ光を非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換することによって得られた高調波を光源として用いてもよい。

露光装置31は、例えば次のように製造される。

まず、照明光学系33、投影光学系35を構成する複数のレンズまたはミラー等の光学素子38の少なくとも一部が光学素子保持装置39、139により保持され、照明光学系33及び投影光学系35が露光装置31の本体に組み込まれ、光学調整が行われる。次いで、多数の機械部品からなるウエハステージ36（スキャンタイプの露光装置の場合は、レチクルステージ34も含む）が露光装置31の本体に取り付けられ、配線接続が行われる。そして、露光光ELの光路内にガスを供給するガス供給配管が接続され、さらに総合調整（電気調整、動作確認など）が行われる。

ここで、光学素子保持装置39を構成する各部品は、超音波洗浄などにより、加工油や、金属物質などの不純物を落としたうえで、組み立てられる。なお、露

光装置 31 の製造は、温度、湿度や気圧が制御され、かつクリーン度が調整されたクリーンルーム内で行うことが望ましい。

実施形態における硝材は、蛍石、石英に限定されず、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、フッ化ストロンチウム、リチウム－カルシウム－アルミニウム－フロオライド、及びリチウム－ストロンチウム－アルミニウム－フロオライド等の結晶や、ジルコニウム－バリウム－ランタン－アルミニウムからなるフッ化ガラスや、フッ素をドーピングした石英ガラス、フッ素及び水素がドーピングされた石英ガラス、OH基を含有する石英ガラス、フッ素及びOH基を含有する石英ガラス等の改良石英であってもよい。

次に、リソグラフィ工程で露光装置 31 を使用してデバイスを製造する方法について説明する。

図 48 は、デバイス（IC や LSI 等の半導体素子、液晶表示素子、撮像素子（CCD 等）、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造工程を示すフローチャートである。図 48 に示すように、まず、ステップ S151（設計ステップ）において、デバイス（マイクロデバイス）の機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）が行われ、その機能を実現するためのパターン設計を行う。続いて、ステップ S152（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンが形成されたマスク（レクチル R 等）を製作する。一方、ステップ S153（基板製造ステップ）において、シリコン、ガラスプレート等の材料を用いて基板（シリコン材料を用いた場合にはウエハ W となる。）を製造する。

次に、ステップ S154（基板処理ステップ）において、ステップ S151～S153 で用意したマスクと基板を使用して、リソグラフィ技術等によって基板上に回路を形成する。次いで、ステップ S155（デバイス組立ステップ）において、ステップ S154 で処理された基板を用いてデバイス組立を行う。このステップ S155 には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入等）等の工程が必要に応じて行われる。

最後に、ステップ S156（検査ステップ）において、ステップ S155 で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成される。

図49は、半導体デバイスの製造工程における、図48のステップS154の詳細なフローチャートである。図40において、ステップS161（酸化ステップ）では、ウエハWの表面を酸化させる。ステップS162（CVDステップ）では、ウエハW表面に絶縁膜を形成する。ステップS163（電極形成ステップ）では、ウエハW上に電極を蒸着によって形成する。ステップS164（イオン打ち込みステップ）では、ウエハWにイオンを打ち込む。以上のステップS161～S164のそれぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。後処理工程では、まず、ステップS165（レジスト形成ステップ）において、ウエハWに感光剤を塗布する。続いて、ステップS166（露光ステップ）において、リソグラフィシステム（露光装置31）によってマスク（レチクルR）の回路パターンをウエハW上に転写する。次に、ステップS167（現像ステップ）では露光されたウエハWを現像し、ステップS168（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分を除く部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップS169（レジスト除去ステップ）において、不要となったレジストを取り除く。これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハW上に多重に回路パターンが形成される。

上記のデバイス製造方法では、露光工程（ステップS166）において露光装置31が用いられ、真空紫外域の露光光ELにより解像力が向上し、しかも露光量制御が高精度に行われる。この結果、最小線幅が0.1 μm 程度の高集積度のデバイスを歩留まりよく生産することができる。

請求の範囲

1. 光学素子の周縁部を保持する保持部（43）を備える光学素子保持装置（39）において、

前記保持部は、

前記光学素子の周縁部と接触する座面（49、92）を有する座面ブロック（50a、73）と、

前記光学素子の接線方向の軸（Y）を中心に前記座面ブロックを回転可能に支持する座面ブロック支持機構（51）とを備えたことを特徴とする光学素子保持装置。

2. 請求項1に記載の光学素子保持装置において、前記座面ブロック支持機構は、前記光学素子の径方向の軸（x）を中心に前記座面ブロックを回転可能に支持することを特徴とする光学素子保持装置。

3. 請求項2に記載の光学素子保持装置において、前記座面ブロック支持機構は、前記光学素子の径方向に前記座面ブロックを移動可能に支持することを特徴とする光学素子保持装置。

4. 光学素子の周縁部を保持する保持部（43）と、

保持部が固定される固定部（42）とを備え、

前記保持部は、

前記光学素子の周縁部と接触する座面（49、92）を有する座面ブロック（50a、73）と、

前記固定部に固定される基台部（56）と、

前記基台部に対し前記座面ブロックを互いに異なる複数の方向への移動を拘束し、かつ前記互いに異なる複数の方向の各軸を中心に回転可能に前記基台部及び前記座面ブロックを連結する一対のリンク機構（57、58）とを備えたことを特徴とする記載の光学素子保持装置。

5. 請求項4に記載の光学素子保持装置において、前記一对のリンク機構は、前記光学素子の接線方向に関する前記座面ブロックの移動を拘束し、かつ接線方向の軸（Y）を中心に前記座面ブロックを回転可能に連結する接線方向拘束リンク（57）と、

前記光学素子の光軸方向に関する前記座面ブロックの移動を拘束し、かつ光軸方向の軸（Z）を中心に前記座面ブロックを回転可能に連結する光軸方向拘束リンク（58）とを含むことを特徴とする光学素子保持装置。

6. 請求項4または請求項5に記載の光学素子保持装置において、保持部は、前記基台部、前記座面ブロック及び前記一对のリンク機構を互いに連結する回転ピボット（55a、55b、55c、55d）を含むことを特徴とする光学素子保持装置。

7. 請求項6に記載の光学素子保持装置において、前記回転ピボットを、前記座面に垂直な垂線に平行であり、かつ座面の中間位置を通る線上またはその線の近傍に配置したことを特徴とする光学素子保持装置。

8. 請求項6または請求項7に記載の光学素子保持装置において、前記座面ブロックは、前記一对のリンク機構、前記回転ピボット及び前記基台部と一体に形成されていることを特徴とする光学素子保持装置。

9. 請求項1～請求項8のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置において、前記座面ブロックは、前記光学素子の接線方向に沿って所定の長さに形成され、かつ所定間隔を隔てて配置された複数の座面（39）を有することを特徴とする光学素子保持装置。

10. 請求項1～請求項8のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置において、前記座面ブロックは、前記光学素子の接線方向に沿って所定の長さに形

成され、かつ座面ブロックの長手方向の長さとはほぼ同じ長さを有する座面（９２）を有することを特徴とする光学素子保持装置。

１１． 請求項１～請求項１０のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置において、前記座面上には、前記光学素子に対する摩擦係数を高めるための処理が施されていることを特徴とする光学素子保持装置。

１２． 複数の光学素子（３８）を収容する鏡筒（３７）であって、
前記複数の光学素子の少なくとも１つを保持する請求項１～請求項１１のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置（３９）を備えたことを特徴とする鏡筒。

１３． １つ以上の光学素子（３８）を収容する少なくとも１つの鏡筒モジュール（４２０）を有する鏡筒（３７）において、
少なくとも１つの鏡筒モジュールは、前記１つ以上の光学素子を保持する請求項１～請求項１１のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置（３９）を備えたことを特徴とする鏡筒。

１４． マスク（Ｒ）上に形成されたパターンの像を投影光学系（３５）を介して基板（Ｗ）上に転写する露光装置（３１）において、前記投影光学系は、複数の光学素子（３８）を収容する鏡筒（３７）を有し、

鏡筒（３７）は前記複数の光学素子の少なくとも１つを保持する請求項１～請求項１１のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置（３９）を備えたことを特徴とする露光装置。

１５． 保持装置は、
被保持部材（３８）を保持する保持部（４２）を備え、
前記保持部は、前記被保持部材の略中心を原点とした３つの座標軸（Ｒ、 θ 、Ｚ）に沿う３つの移動と、前記３つの座標軸のうち少なくとも２つの座標軸を中心とする２つの回転とを前記被保持部材に与える駆動機構（８５ａ、８５ｂ、１

08, 143)を含むことを特徴とする保持装置。

16. 請求項15に記載の保持装置において、前記保持部材は、前記被保持部材を支持する支持部材(43)と、前記保持部が取り付けられる固定部(142、124)とを備え、

前記駆動機構は、前記支持部材と前記固定部との間に配置されることを特徴とする保持装置。

17. 請求項16に記載の保持装置において、前記駆動機構は、所定長さを有する6本の剛体(93a、94a、106a、106b、123、142)を有することを特徴とする保持装置。

18. 請求項17に記載の保持装置において、前記支持部材と固定部との間の距離を調整する距離調整機構(108、143)を備えることを特徴とする保持装置。

19. 請求項18に記載の保持装置において、前記距離調整機構は、前記6本の剛体のうち特定の剛体の長さを調整する長さ調整機構(143)を有することを特徴とする保持装置。

20. 請求項15に記載の保持装置において、前記駆動機構は、前記被保持部材に取り付けられる複数のフレクシャ部材(41)と、前記複数のフレクシャ部材のうちの少なくとも一つに取り付けられ、前記3つの移動と前記2つの回転とを前記被保持部材に与えるために、前記フレクシャ部材を変位させる変位部材(99、100)とを有することを特徴とする保持装置。

21. 請求項20に記載の保持装置において、前記複数のフレクシャ部材は、前記被保持部材の周りに等間隔に配置された3つのフレクシャ部材を含むことを特徴とする保持装置。

22. 請求項20又は請求項21に記載の保持装置において、前記少なくとも一つのフレクシャ部材は、
前記連結部に固定される基台部(91)と、
前記被保持部材に接続される接続ブロック(84a)と、
前記固定部及び前記接続ブロックの互いに異なる複数の方向への移動を拘束し、かつ前記互いに異なる複数の方向の軸を中心に回転可能に支持する一対のリンク機構(93、94)とを含むことを特徴とする保持装置。

23. 請求項22に記載の保持装置において、前記一対のリンク機構は、
前記基台部及び前記接続ブロックの水平方向への移動を拘束し、かつ前記水平方向の軸(Y)を中心に回転可能に連結する水平方向拘束リンク(94)と、
前記固定部及び前記接続ブロックの前記水平方向と交差する方向へ移動を拘束し、かつ前記交差方向の軸(Z)を中心に回転可能に連結する交差方向拘束リンク(93)とを含むことを特徴とする保持装置。

24. 請求項22または23に記載の保持装置において、前記少なくとも一つのフレクシャ部材は、前記基台部、前記接続ブロック及び前記一対のリンク機構を連結する回転ピボット(89a、89b、89c、89d)を含むことを特徴とする保持装置。

25. 請求項23または24に記載の保持装置において、前記少なくとも一つのフレクシャ部材は、前記変位部材に対して所定方向に付与される駆動力を、前記所定方向とは異なる方向の駆動力に変換する変換機構(90a、90b)を有することを特徴とする保持装置。

26. 請求項25に記載の保持装置において、前記変換機構は、前記変位部材に前記被保持部材に対して垂直方向へ付与される駆動力を前記被保持部材に対して水平方向への駆動力に変換することを特徴とする保持装置。

27. 請求項25に記載の保持装置において、前記少なくとも一つのフレクシャ部材は、前記変位部材に前記被保持部材に対して第1の垂直方向へ付与される駆動力を前記被保持部材に対して第1の垂直方向とは異なる第2の垂直方向への駆動力に変換することを特徴とする保持装置。

28. 請求項23～27のうちいずれか一項に記載の保持装置において、前記基台部、前記接続ブロック及び前記一対のリンク機構は単一部材により形成され、前記少なくとも一つのフレクシャ部材は、前記単一部材で形成され、前記基台部、前記接続ブロック及び前記水平方向及び垂直方向拘束リンクを連結する複数のリンク切欠ばね（89a、89b、89c、89d）を含むことを特徴とする保持装置。

29. 請求項28に記載の保持装置において、前記変換機構は、前記基台部に形成された複数の変換切欠ばね（90a、90b）を含み、

複数のリンク切欠ばねは、前記交差方向拘束リンク（93）に連結される第1のリンク切欠ばね（89a）を含み、複数の変換切欠ばねは、前記変位部材に前記被保持部材に対して第1の垂直方向へ付与される駆動力を前記被保持部材に対して第1の垂直方向とは異なる第2の垂直方向への駆動力に変換する変換するために用いられる第1変換切欠ばね（90a）を含み、第1リンク切欠ばね及び第1変換切欠ばねは、前記被保持部材に対する水平方向における同一面に配置されていることを特徴とする保持装置。

30. 請求項29に記載の保持装置において、複数のリンク切欠ばねは、前記接続ブロックと交差方向拘束リンク（93）とを連結する第2リンク切欠ばね（89d）を含み、第1及び第2リンク切欠ばねは、前記被保持部材に対する垂直方向における同一面に配置されていることを特徴とする保持装置。

31. 請求項22～30のいずれか一項に記載の保持装置において、前記変

位部材は、前記一对のリンク機構に連結され、駆動力を前記一对のリンク機構に伝達するための伝達部（８５ａ、８５ｂ）を有することを特徴とする保持装置。

３２． 請求項３１に記載の保持装置において、前記伝達部及び前記一对のリンク機構は、駆動力が付与されることにより移動し、前記伝達部は、一对のリンク機構の移動量が伝達部の移動量よりも少なくなるように長尺状に形成されていることを特徴とする保持装置。

３３． 請求項３２に記載の保持装置において、前記伝達部の移動量を規定する移動量規定部材（９９、１００）を備えることを特徴とする保持装置。

３４． 請求項２８に記載の保持装置において、保持装置は、保持装置を支持する支持部材（１４２）上に配置され、前記移動量設定部材は、前記支持部材（１４２）上に、前記伝達部と対向して配置されている保持装置。

３５． 光学素子保持装置であって、
光学素子（３８）の周縁部を保持する保持部材（４０）と、
前記保持部材を３箇所で保持する３つのフレクシャ部材（４１）と、
前記少なくとも１つのフレクシャ部材に接続され、前記少なくとも１つのフレクシャ部材を操作するための第１及び第２の操作部材（１０２）とを備え、前記第１の操作部の操作によって、前記少なくとも１つのフレクシャ部材は前記光学素子を第１の方向へ移動させ、第２の操作部材の操作によって、前記少なくとも１つのフレクシャ部材は前記光学素子を前記第１の方向とは異なる第２の方向に移動させるように前記保持部を保持することを特徴とする光学素子保持装置。

３６． 請求項３５に記載の光学素子保持装置において、前記第１の方向は前記光学素子の接線方向であり、前記第２の方向は前記光学素子の光軸方向であることを特徴とする光学素子保持装置。

37. 光学素子保持装置（139）であって、
光学素子（38）の周縁部を保持する保持部（43）を含む保持部材（40）と、
保持部材を保持する請求項15～請求項34のうちいずれか一項に記載の保持装置とを備えることを特徴とする光学素子保持装置。

38. 請求項35～請求項37のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置において、前記保持部（43）は、各々が前記光学素子の周縁部と接触する座面（49）を有する複数の座面ブロック（50a）を備え、前記各フレクシャ部材は、隣接する座面ブロックの間に配置されていることを特徴とする光学素子保持装置。

39. 1つ以上の光学素子（38）を収容する少なくとも1つの鏡筒モジュール（420）を有する鏡筒（37）において、
少なくとも1つの鏡筒モジュールは、前記1つ以上の光学素子を保持する請求項35～請求項38のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置（139）を備えたことを特徴とする鏡筒。

40. マスク（R）上に形成されたパターンの像を投影光学系（35）を介して基板（W）上に転写する露光装置（31）において、前記投影光学系は、複数の光学素子（38）を収容する鏡筒（37）を有し、
鏡筒（37）は前記複数の光学素子の少なくとも1つを保持する請求項35～請求項38のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置（139）を備えたことを特徴とする露光装置。

41. 請求項40に記載の露光装置において、前記光学素子保持装置は、前記保持部と固定部との間の距離を検出し、その検出結果と前記投影光学系（35）の像面側に形成された前記パターンの像に含まれる収差情報とに基づいて、前記保持部と前記固定部との間の距離を調整すべく、前記駆動機構を制御する制御機

構（１４５）を有することを特徴とする露光装置。

1/31

Fig.1

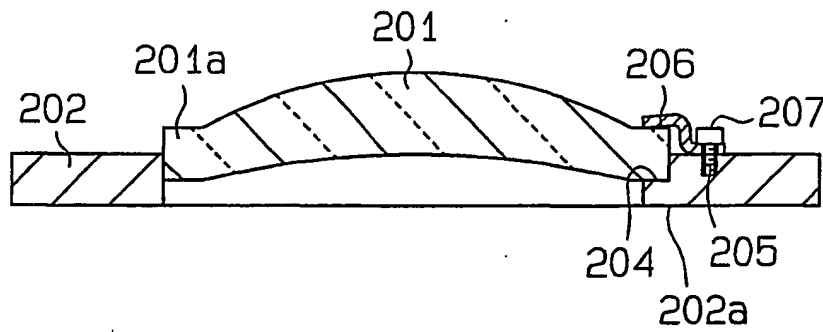
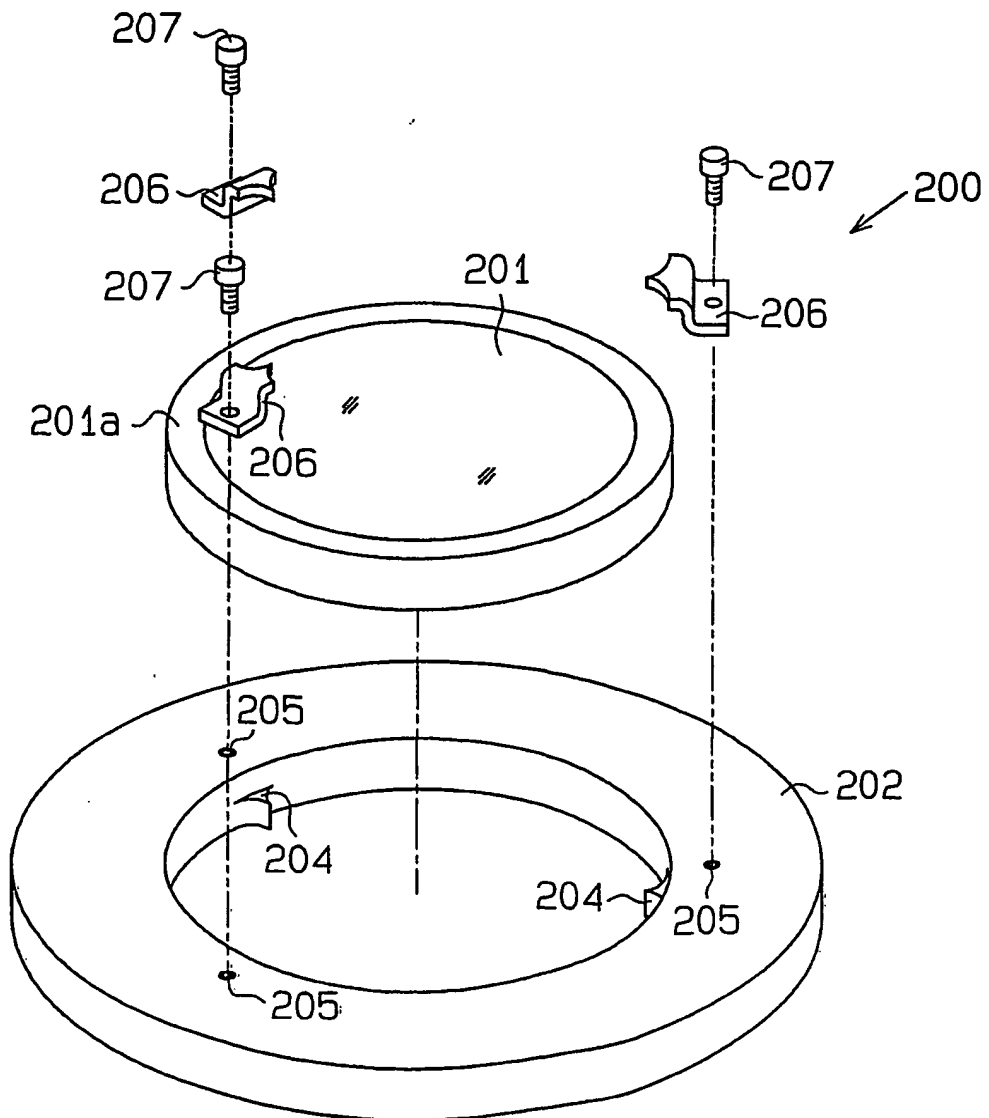
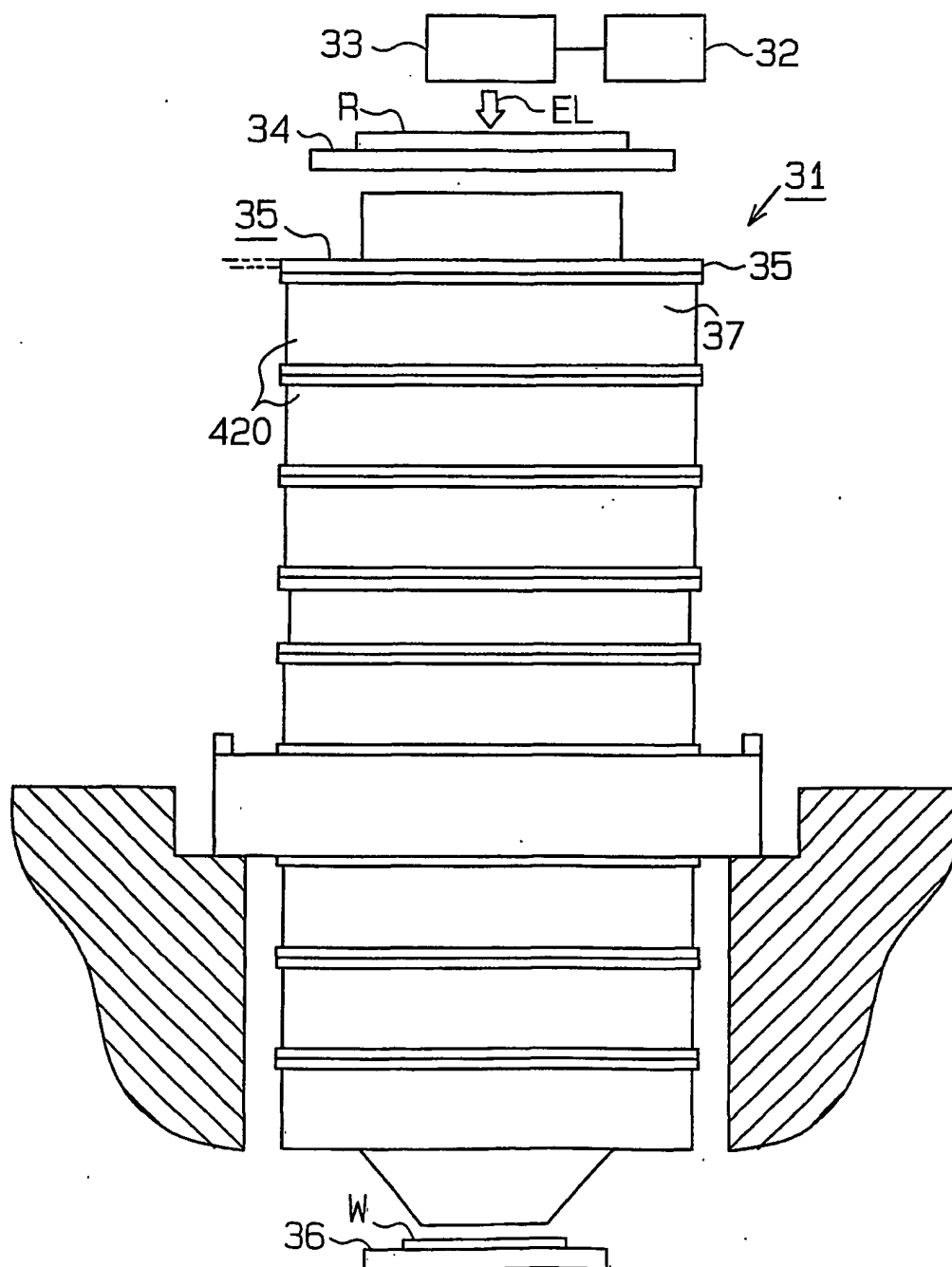


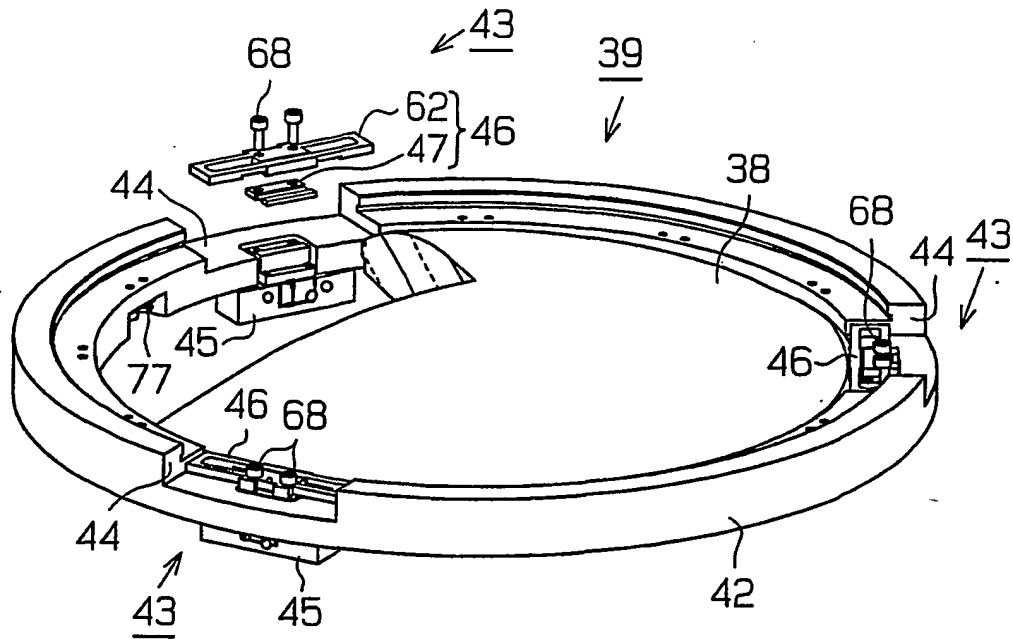
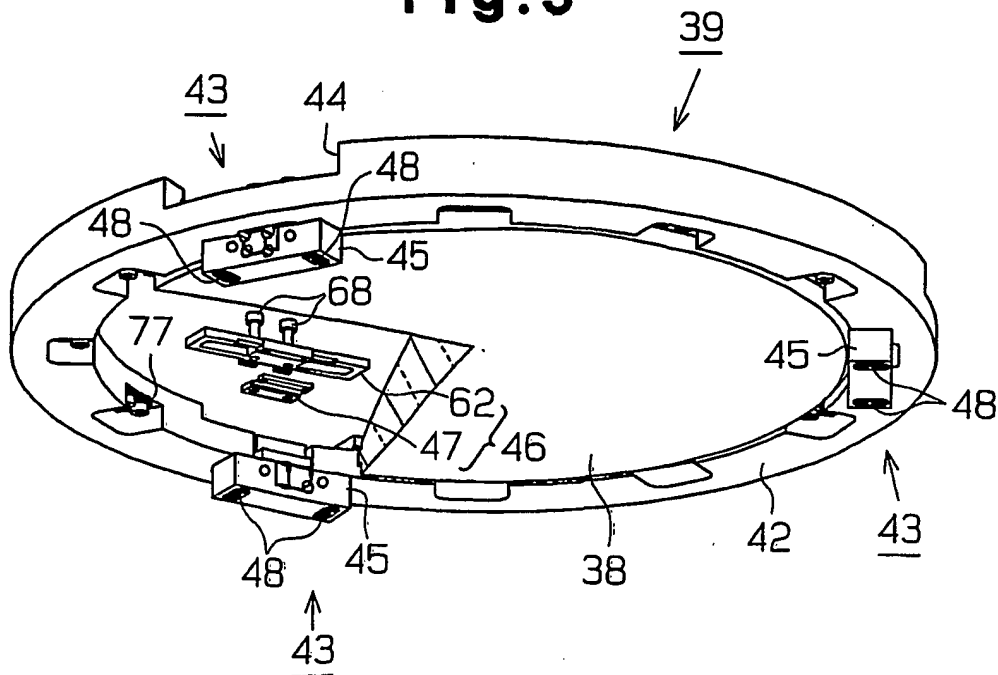
Fig.2



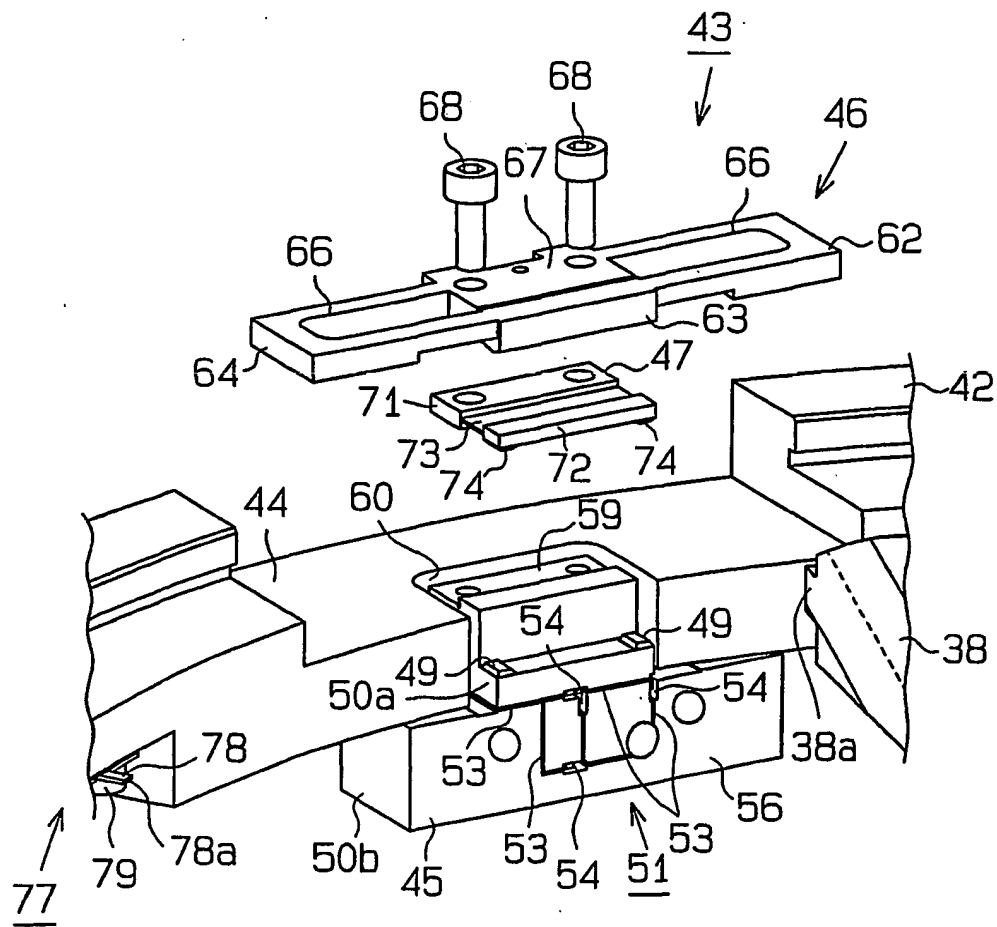
2/31

Fig.3

3/31

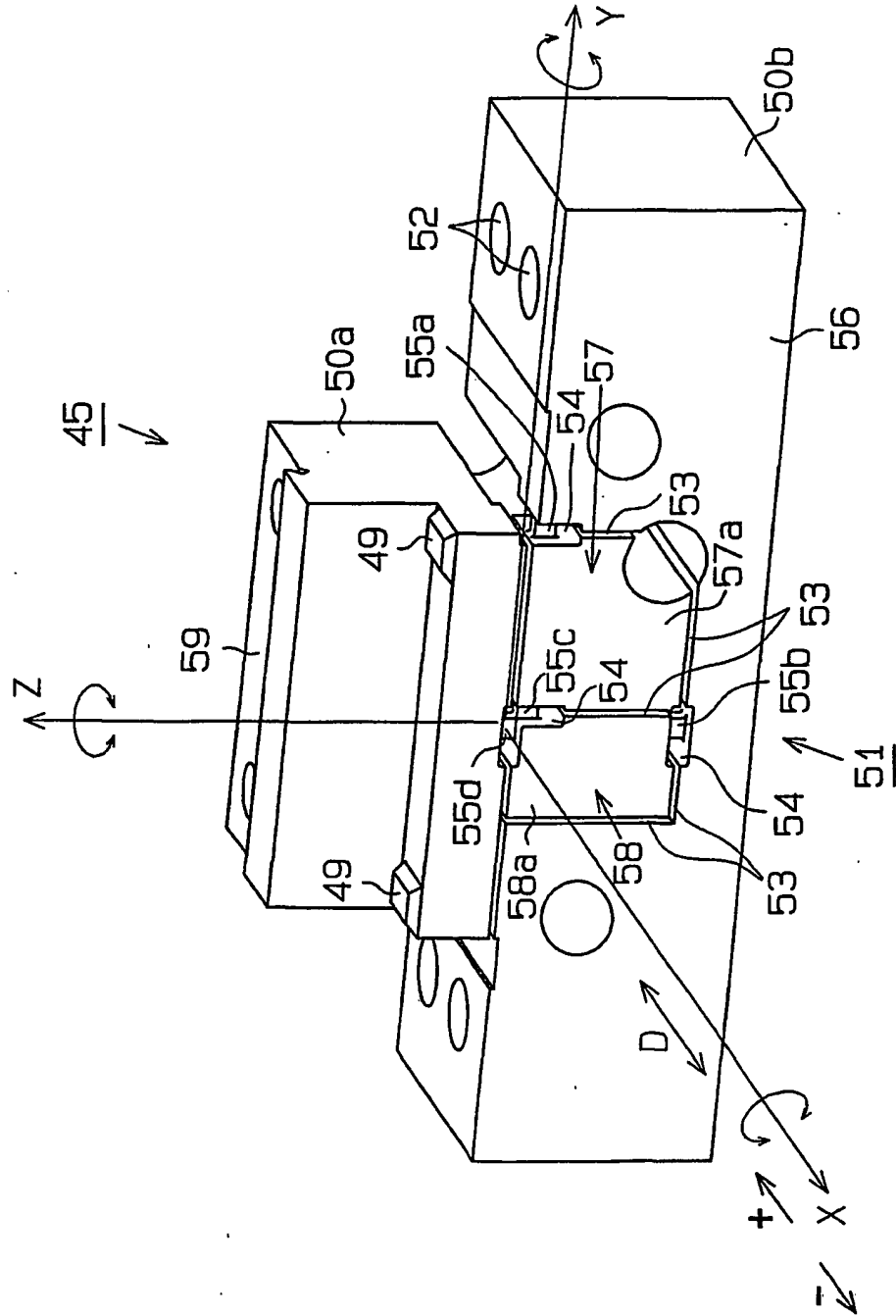
Fig.4**Fig.5**

4/31

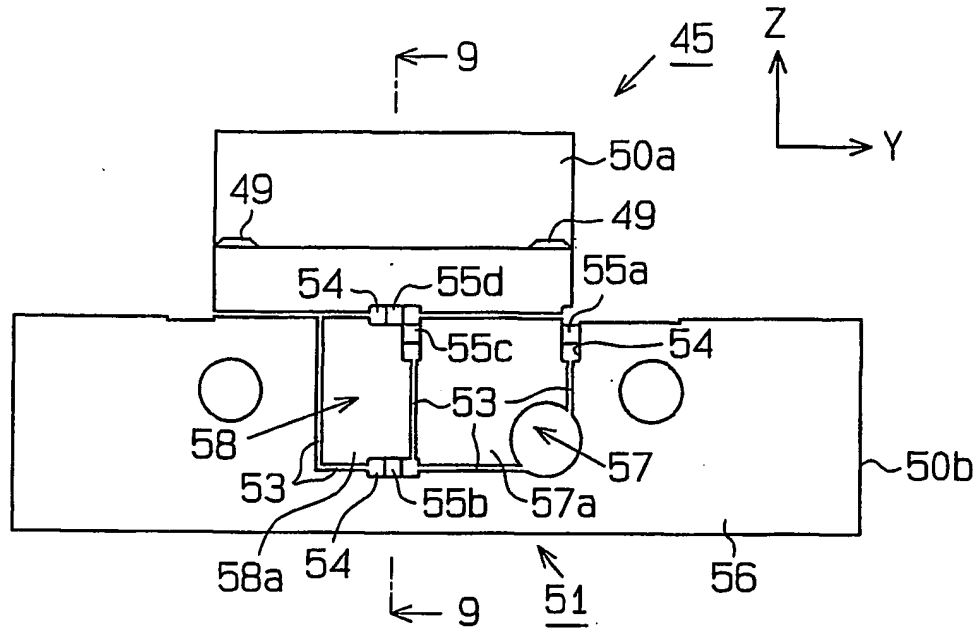
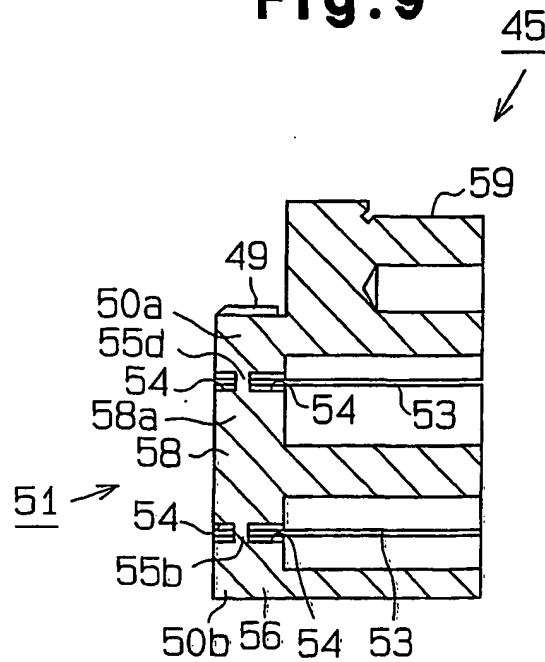
Fig.6

5/31

Fig. 7



6/31

Fig.8**Fig.9**

7/31

Fig.10

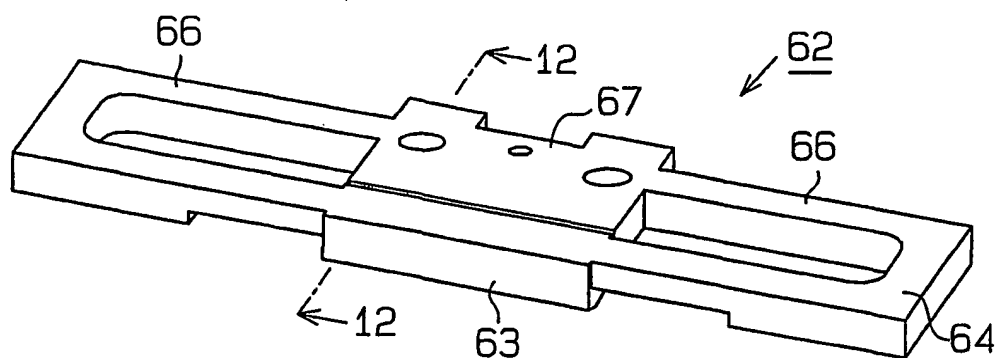
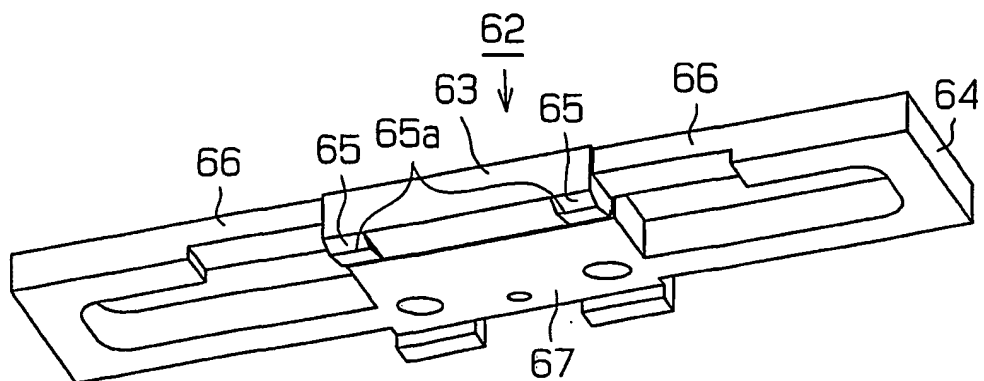
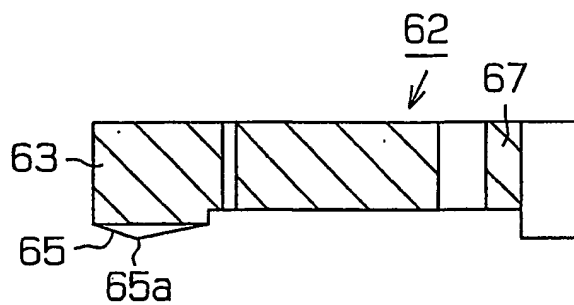
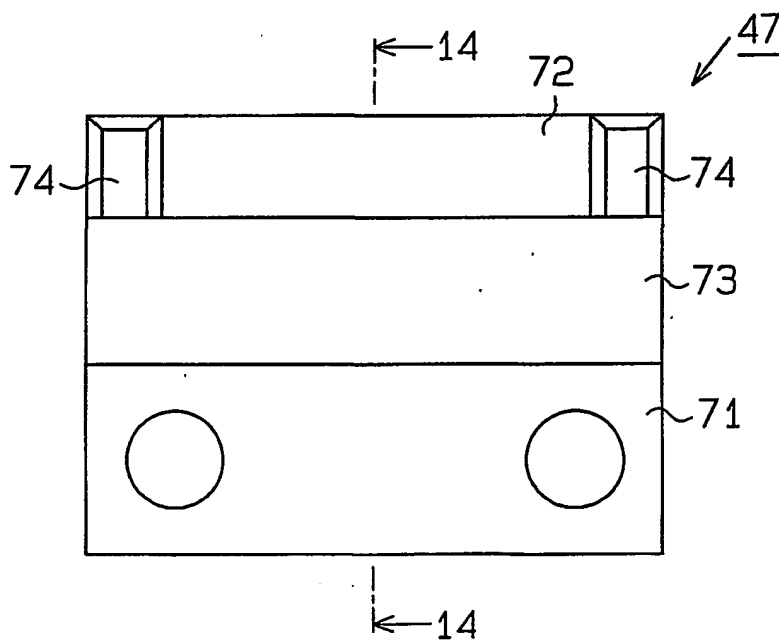
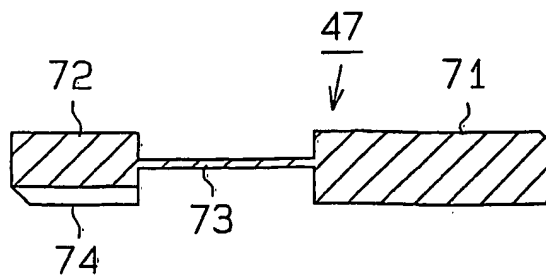


Fig.11



8/31

Fig.12**Fig.13****Fig.14**

9/31

Fig.15

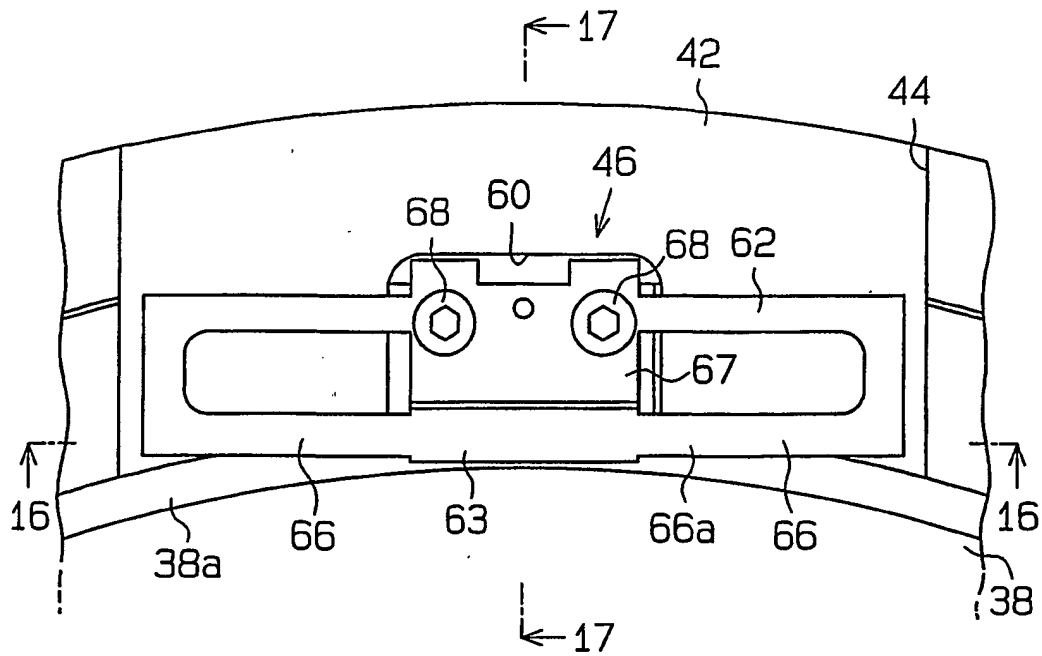
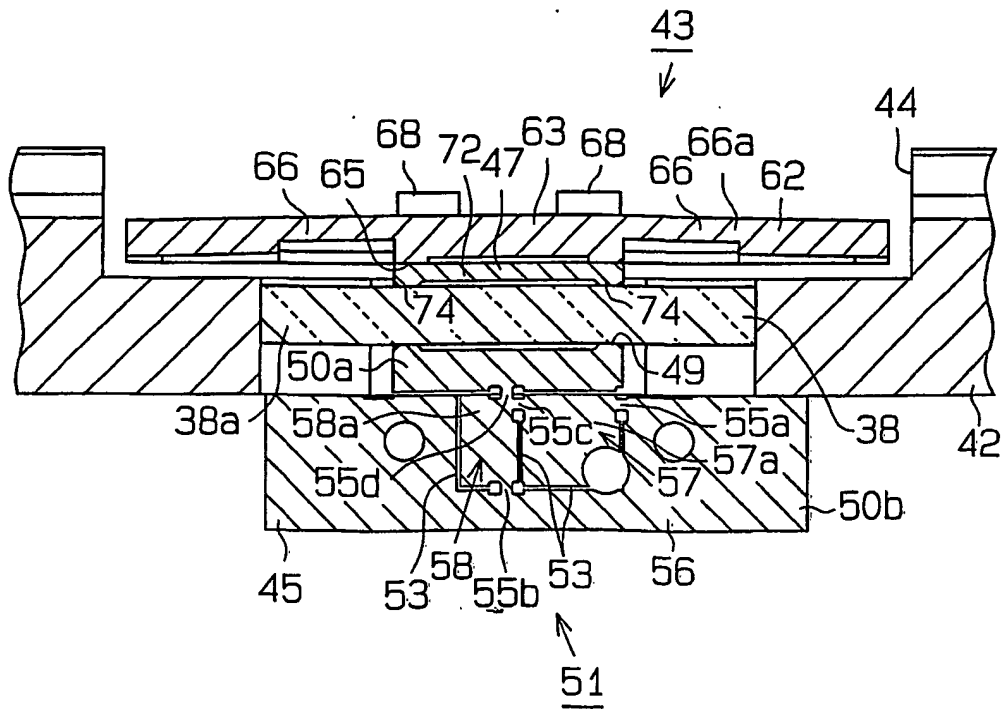


Fig.16



10/31

Fig.17

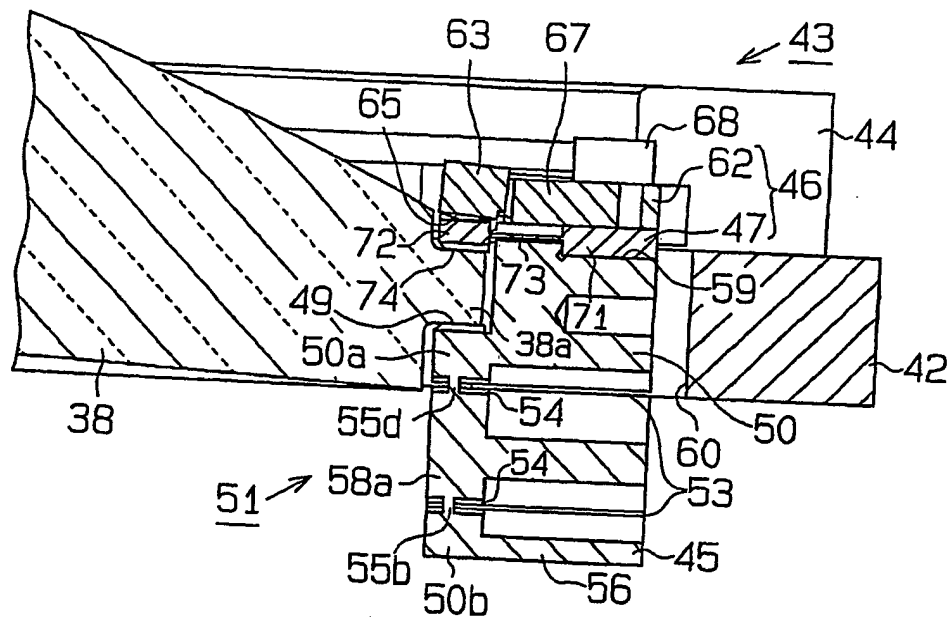
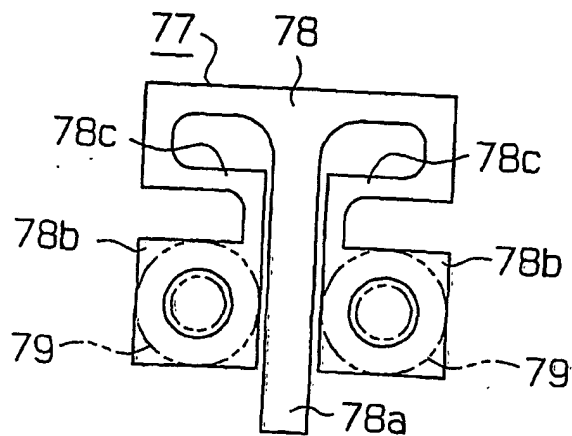


Fig.18



11/31

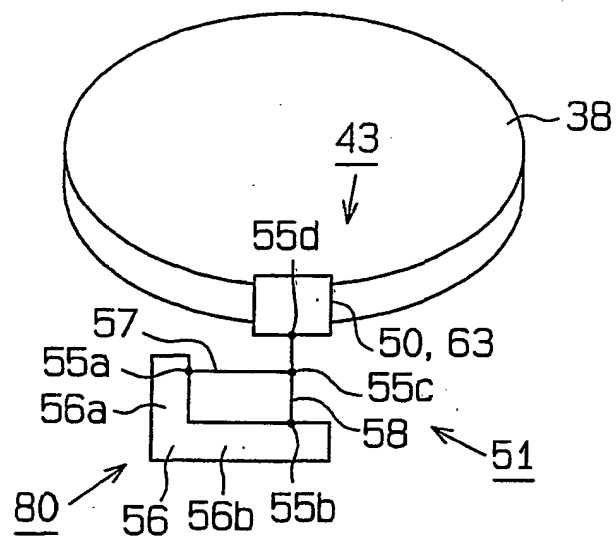
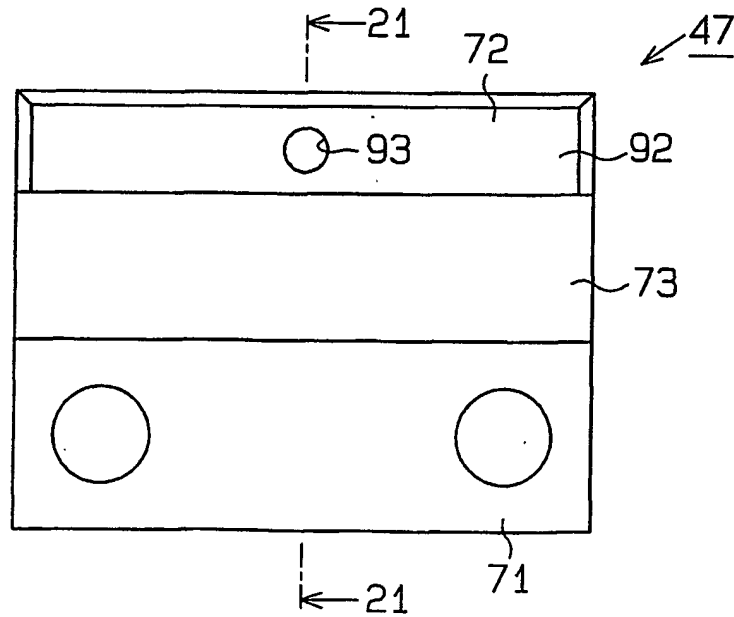
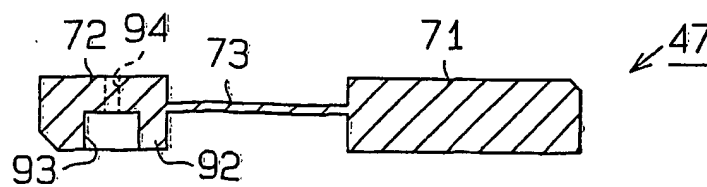
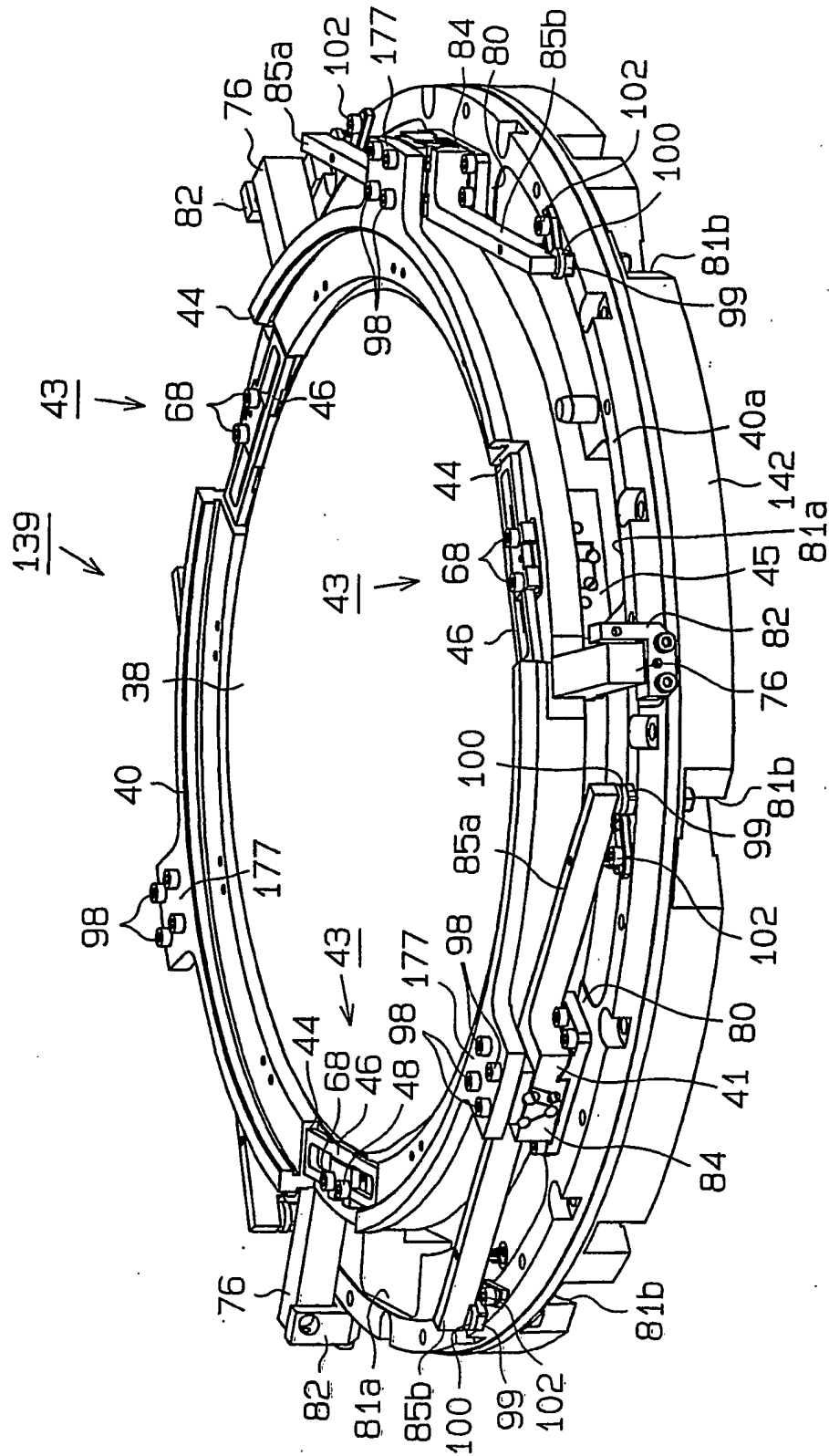
Fig.19**Fig.20****Fig.21**

Fig. 23



15/31

Fig. 26

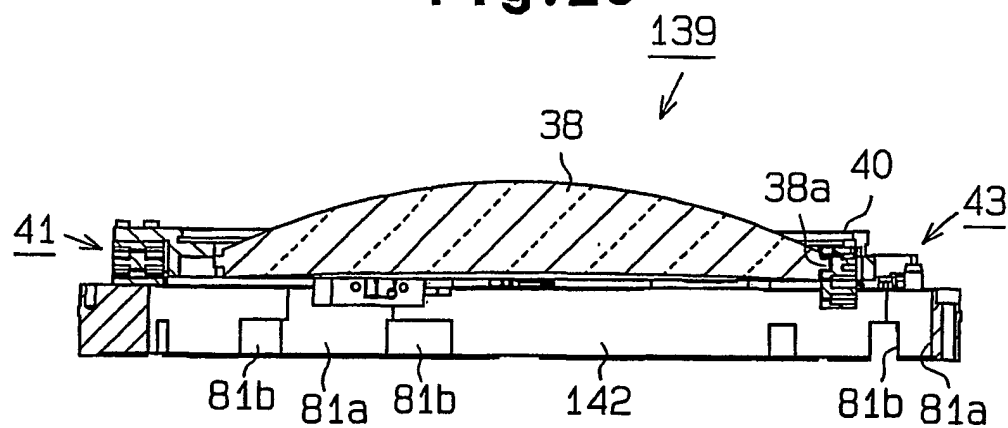
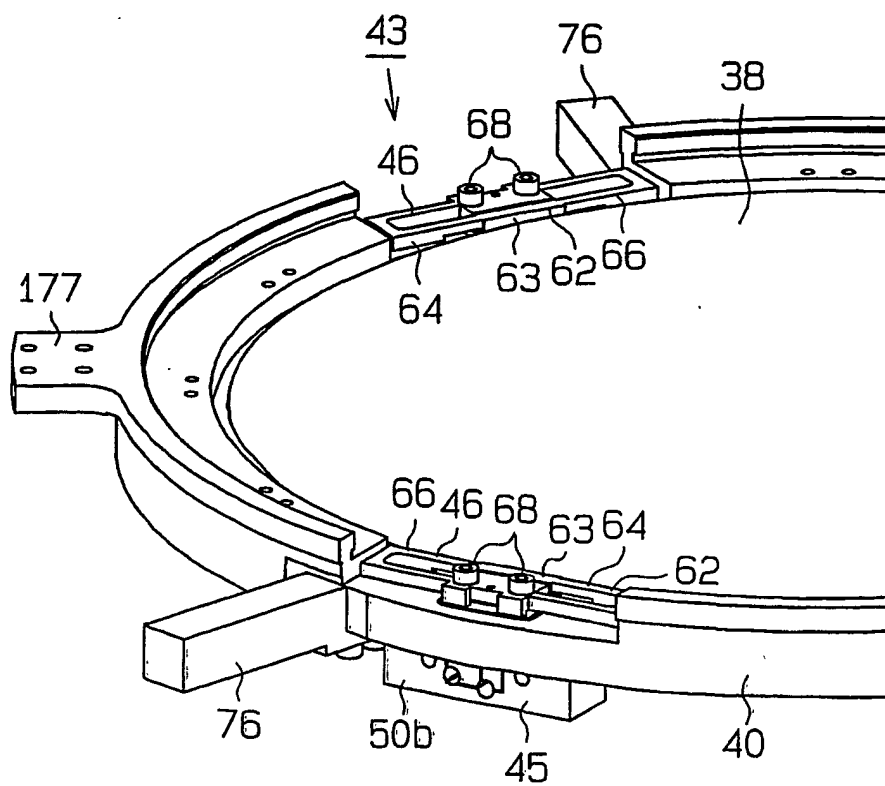
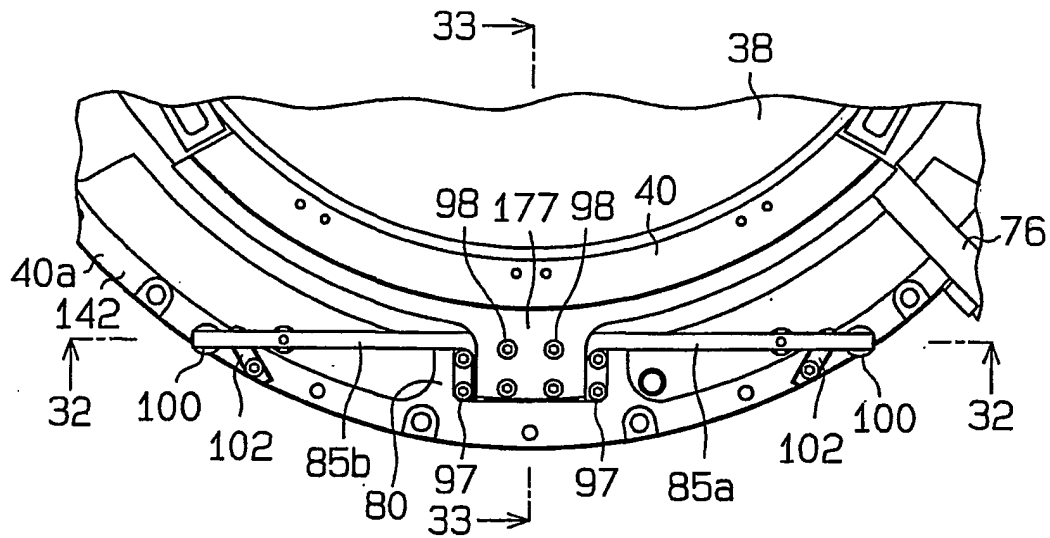
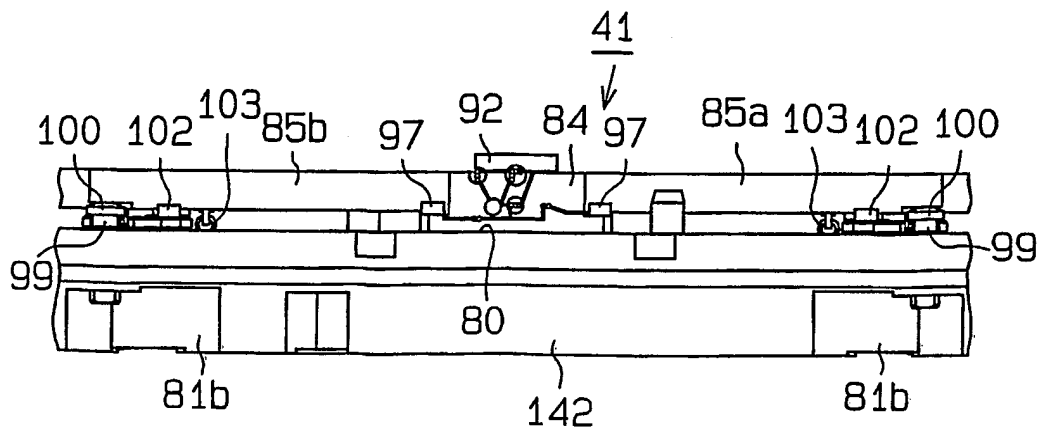


Fig. 27



17/31

Fig. 29**Fig. 30**

18/31

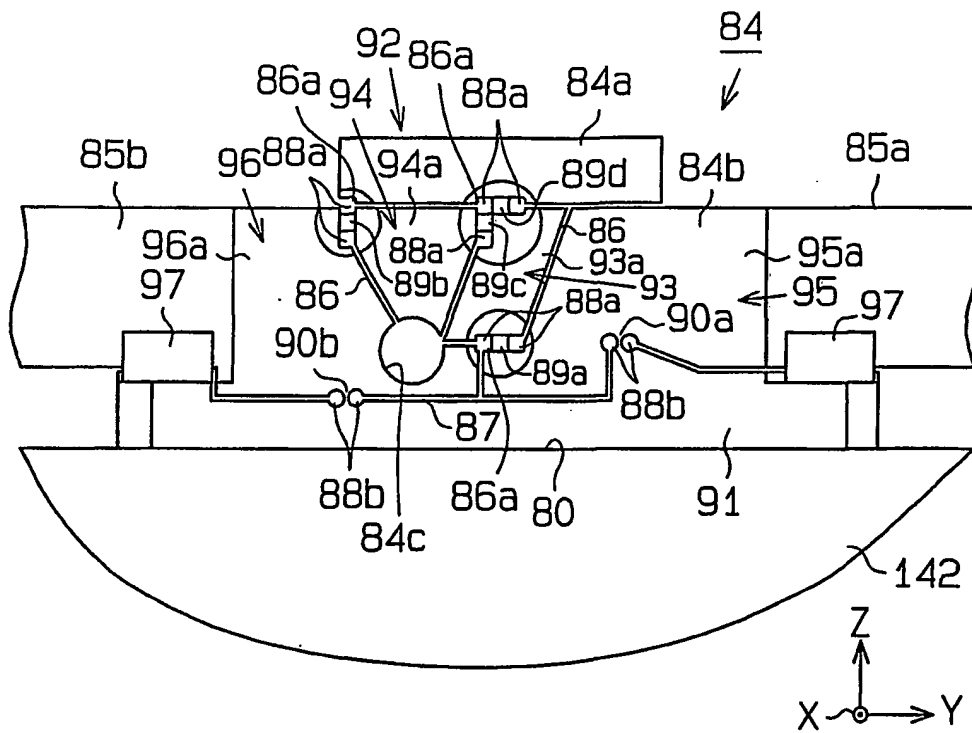
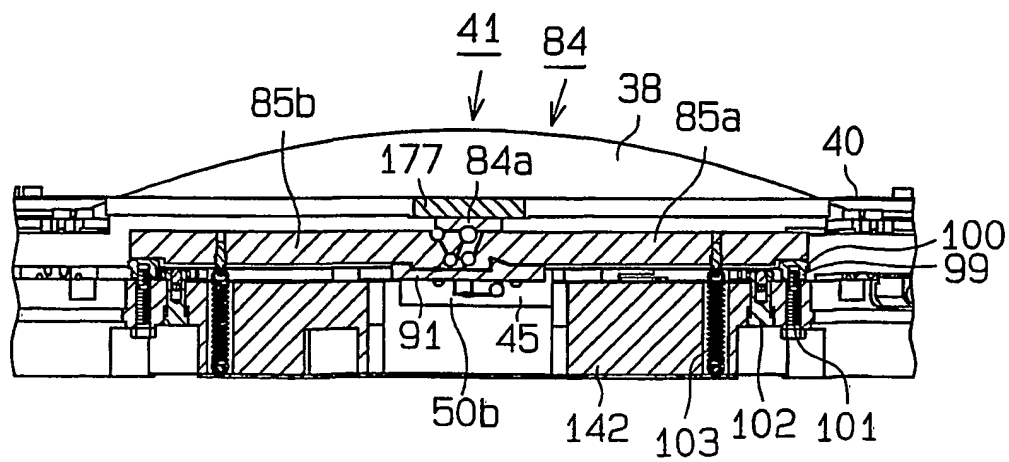
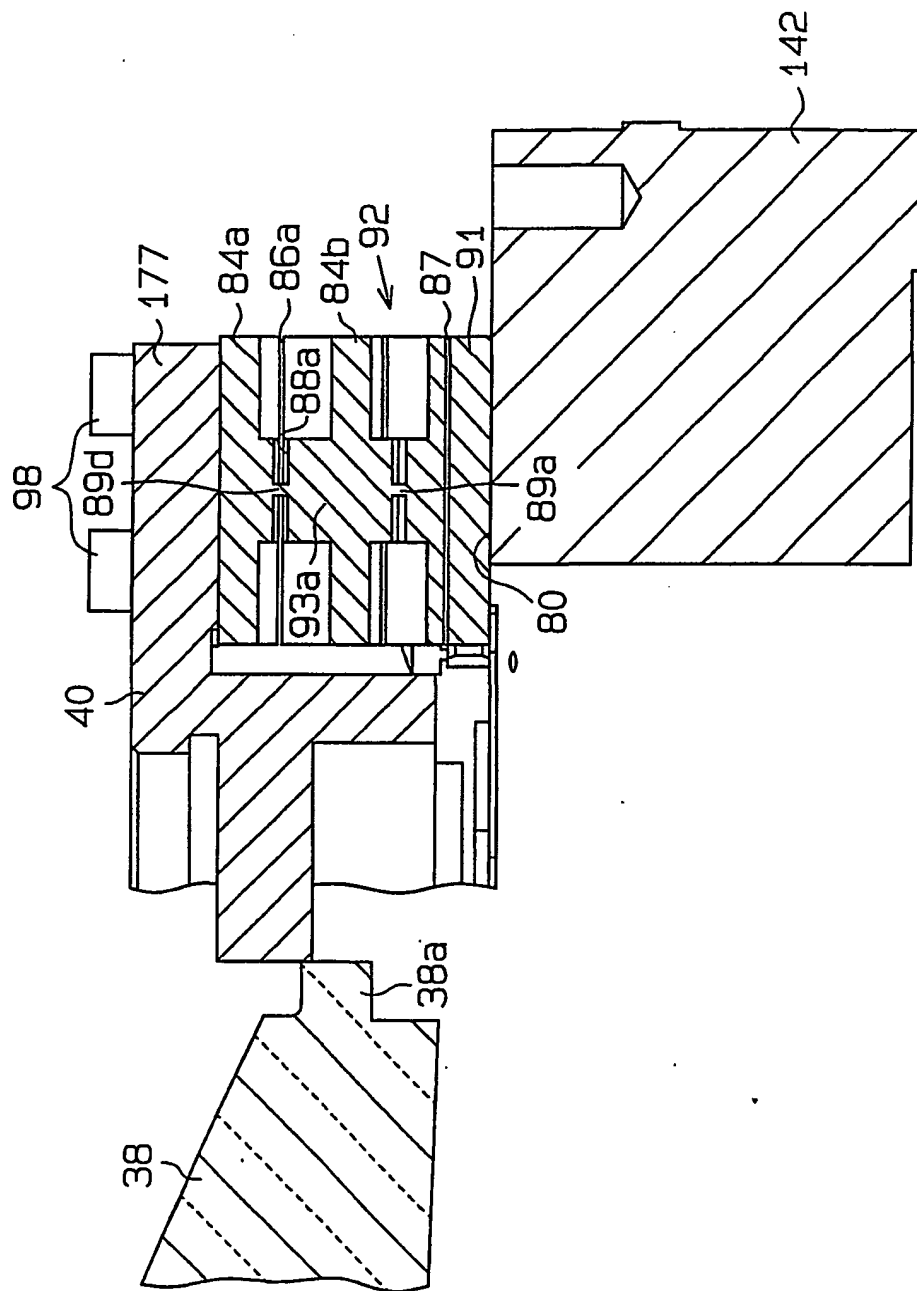
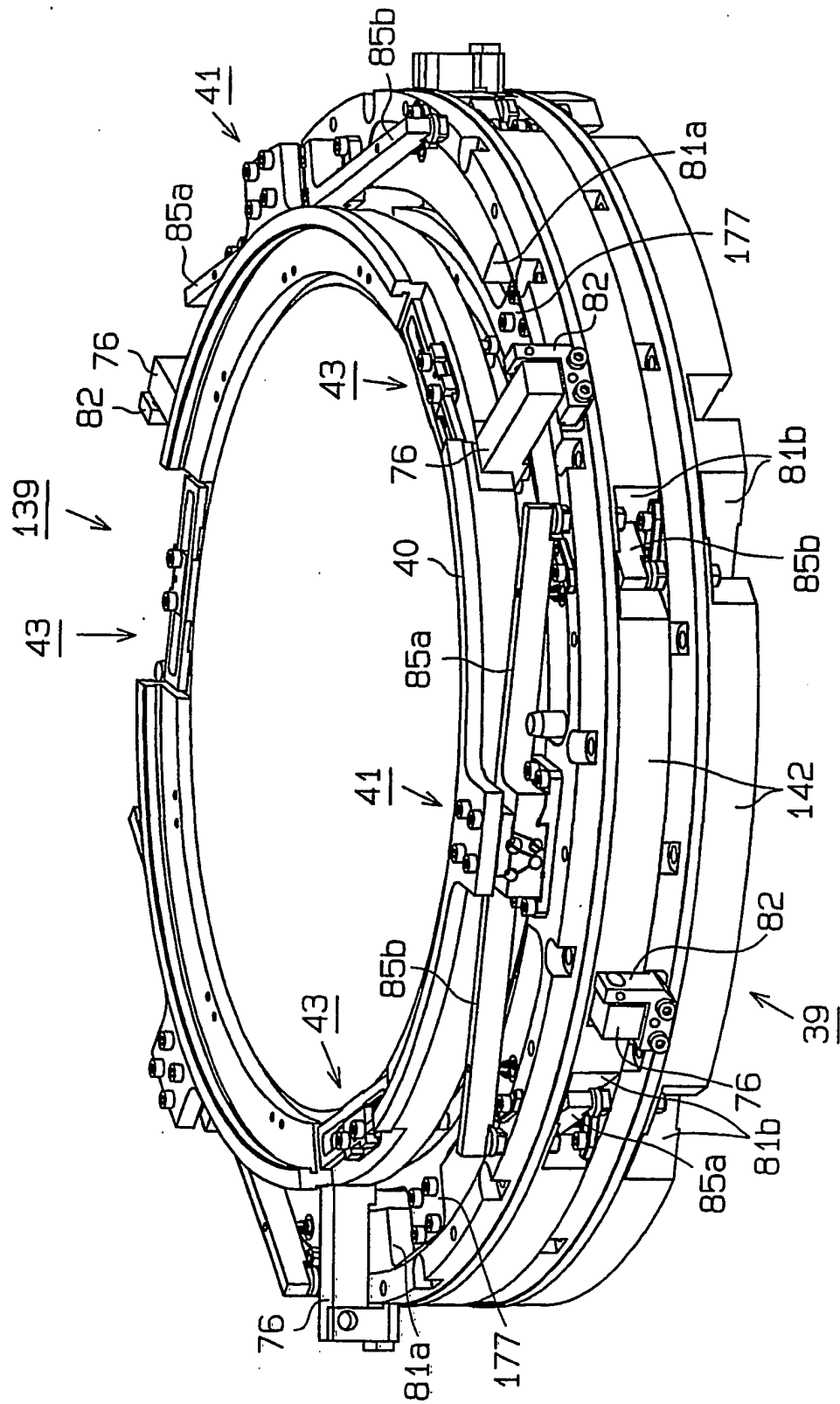
Fig. 31**Fig. 32**

Fig. 33



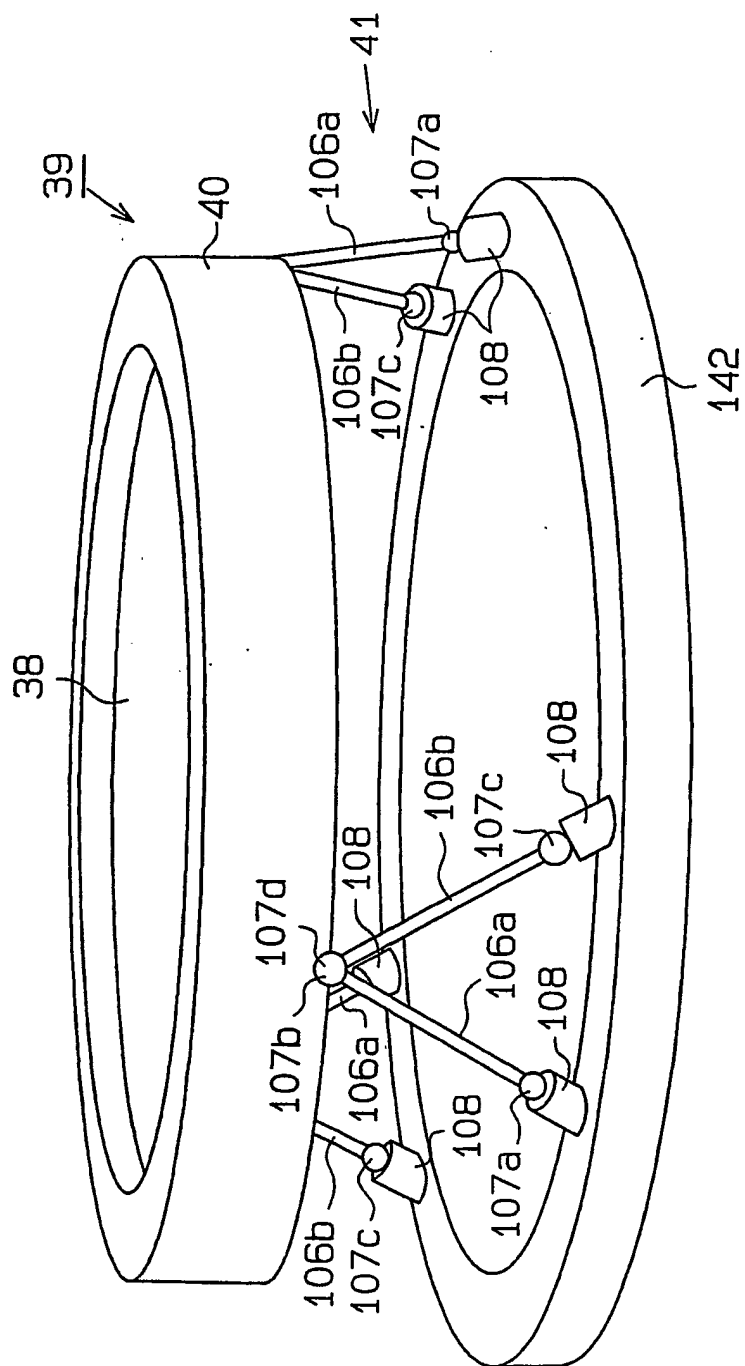
20/31

Fig. 34

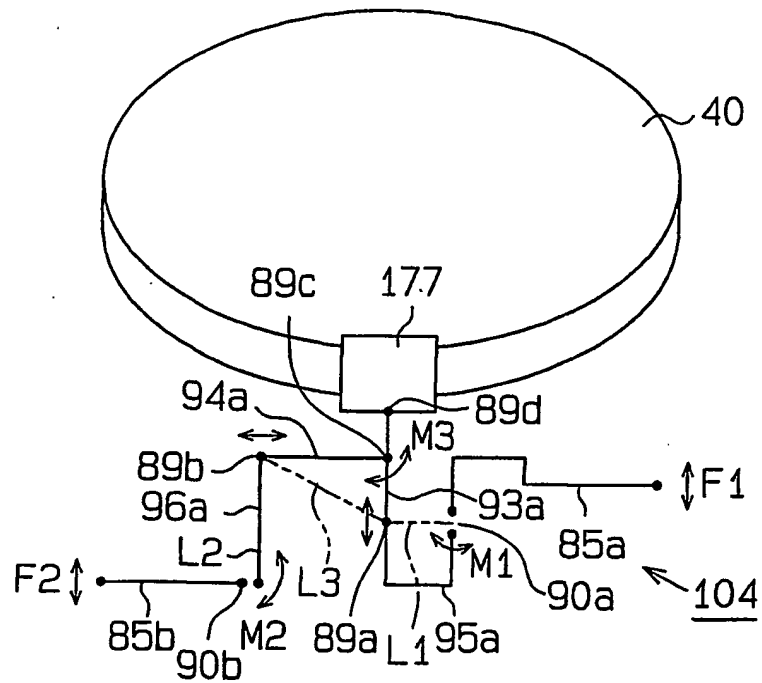
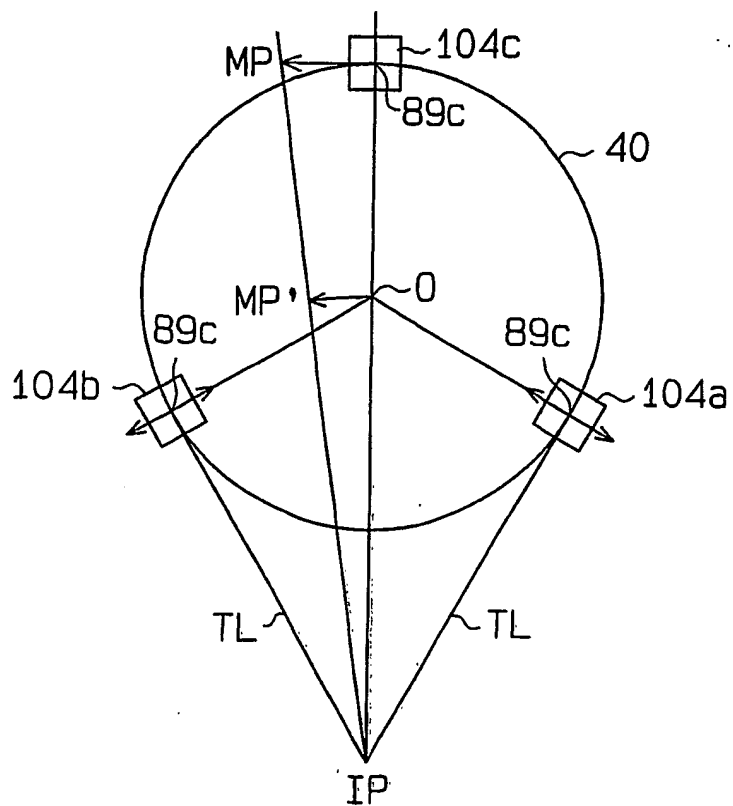


21/31

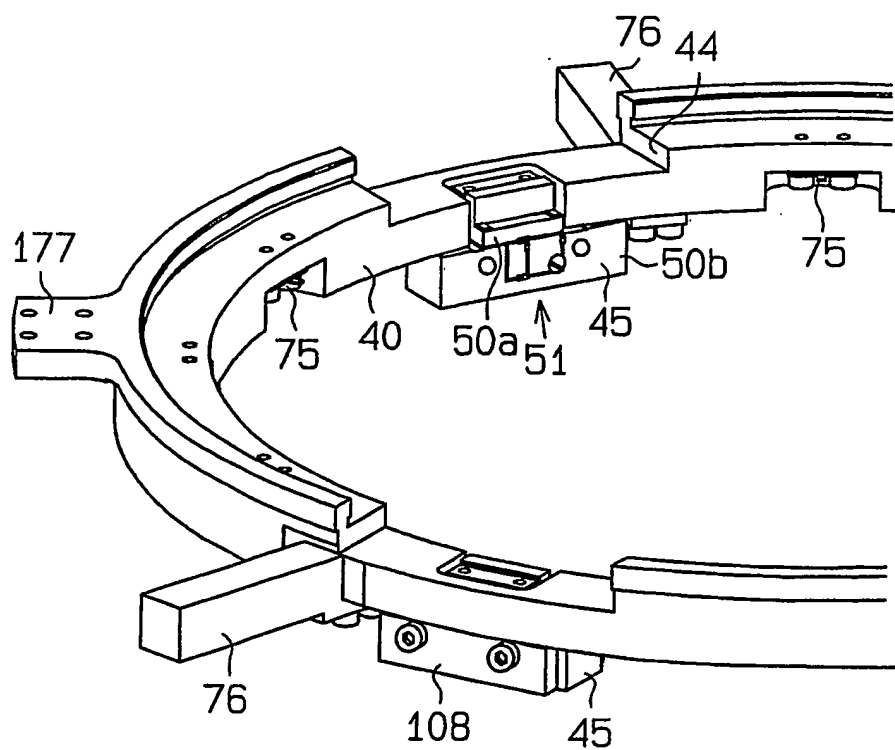
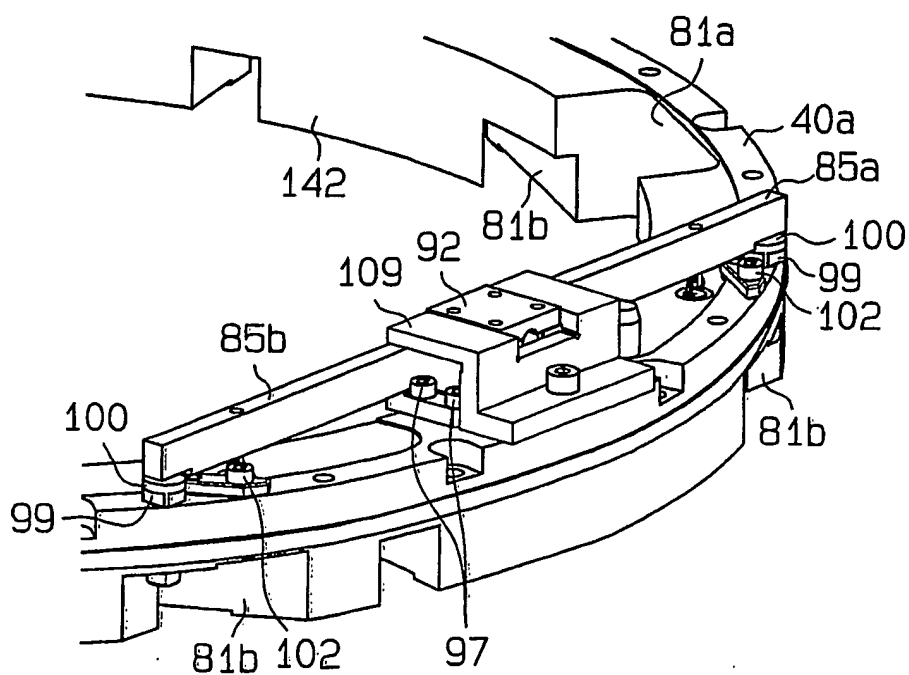
Fig. 35



22/31

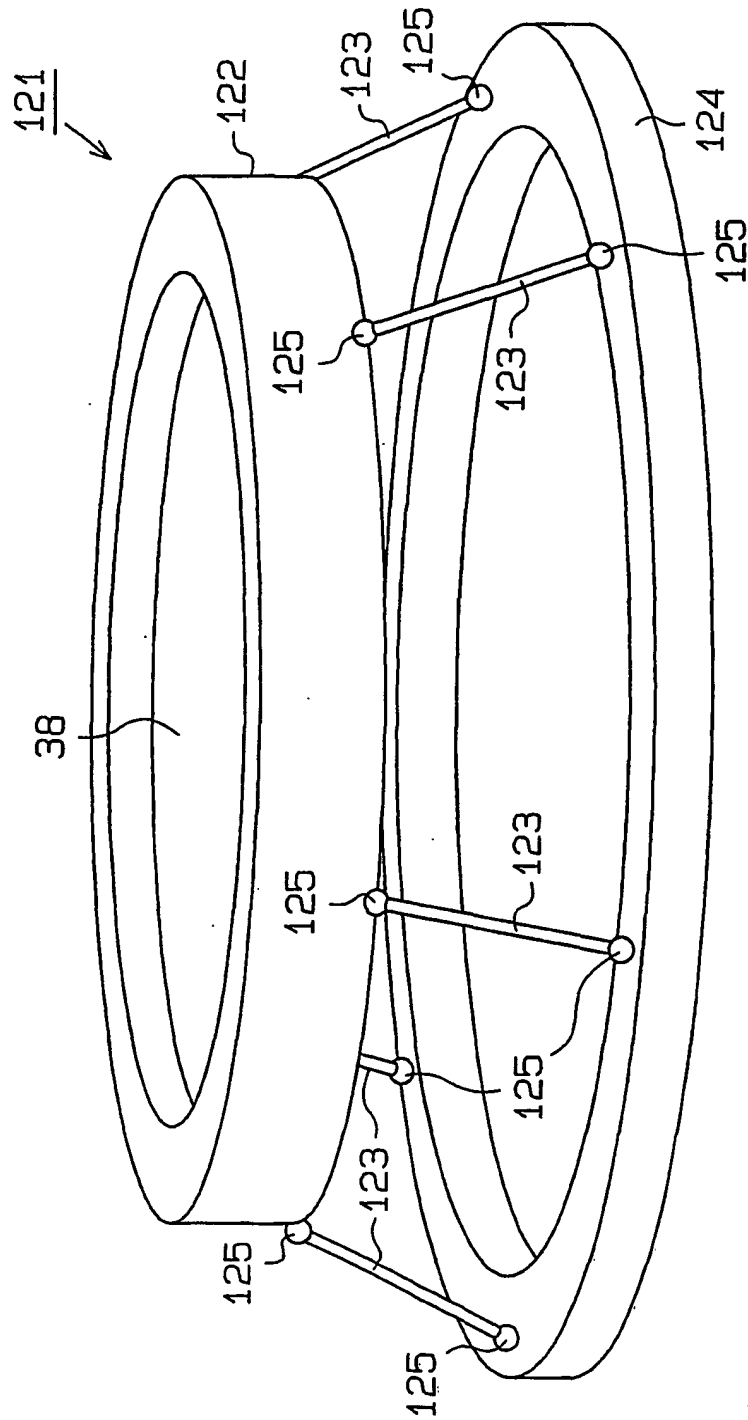
Fig. 36**Fig. 37**

23/31

Fig. 38**Fig. 39**

24/31

Fig. 40



25/31

Fig. 41

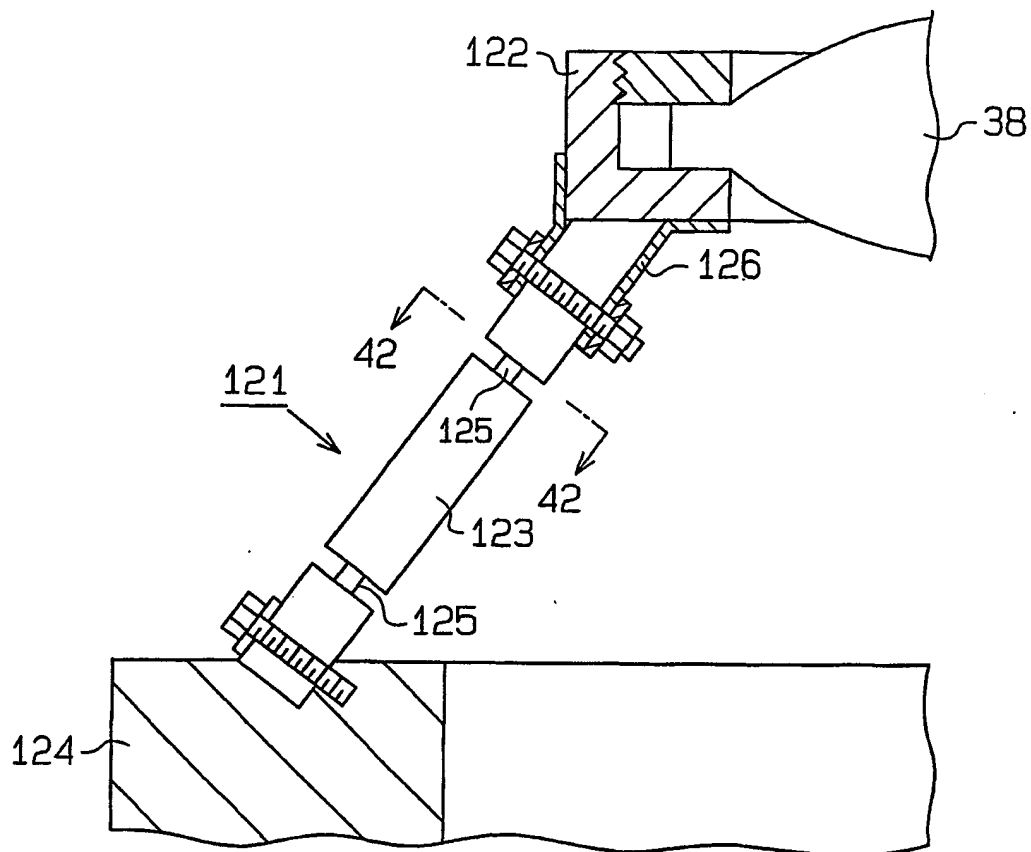
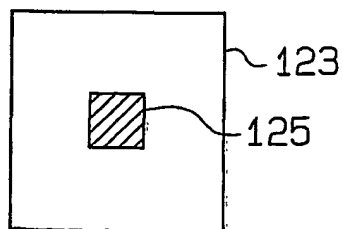
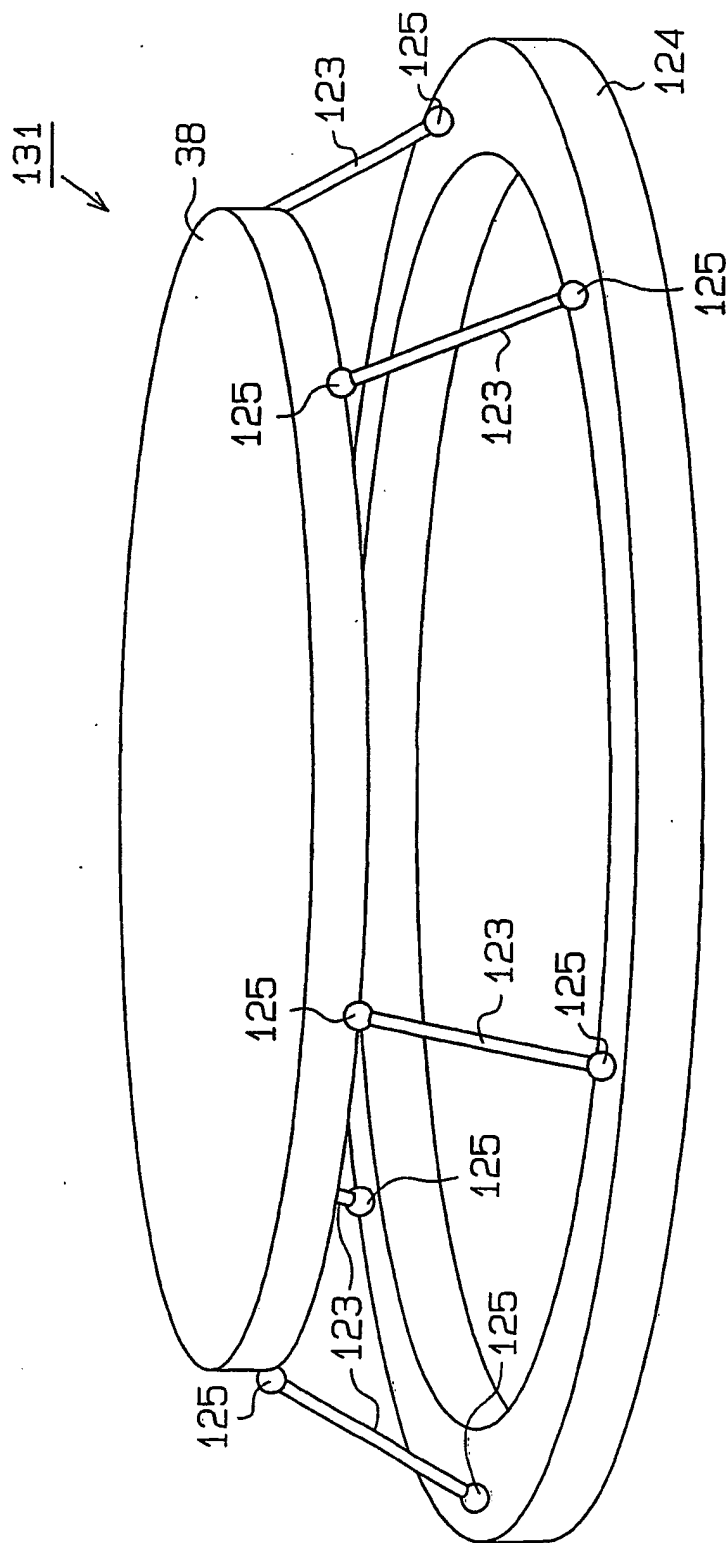


Fig. 42



26/31

Fig. 43



27/31

Fig. 44

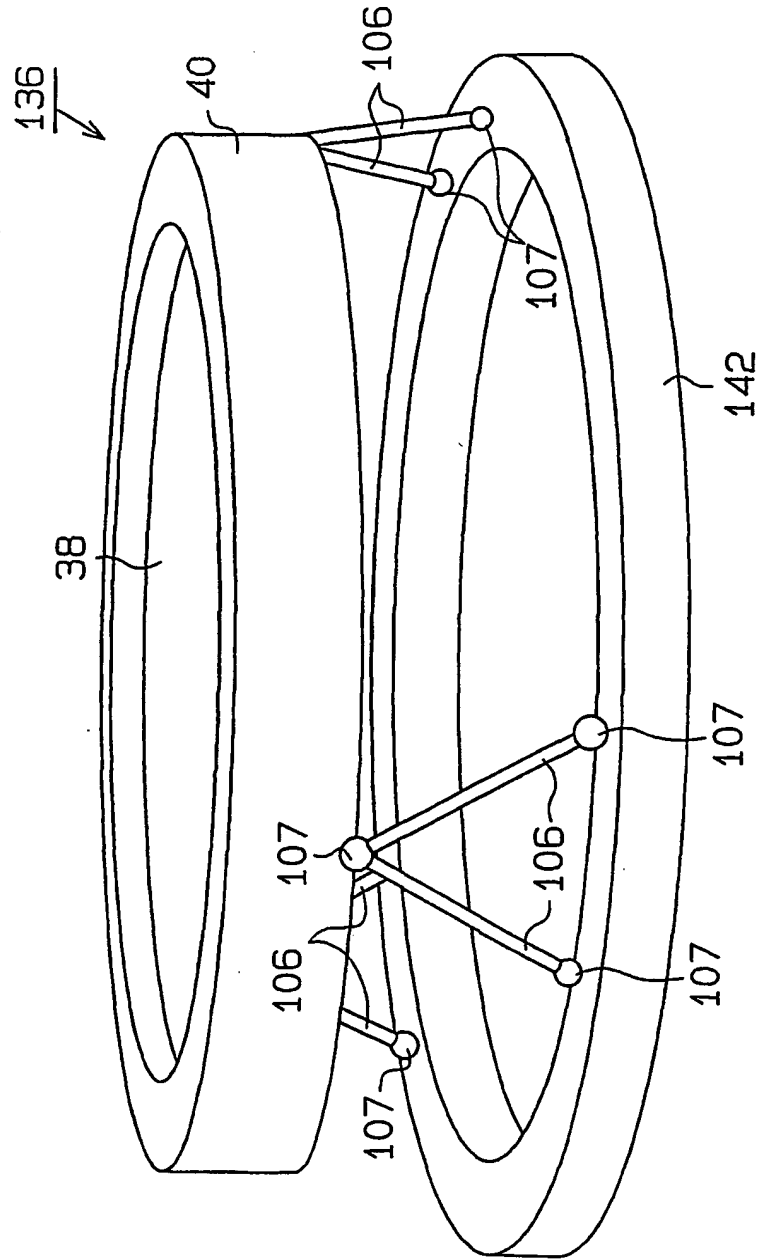
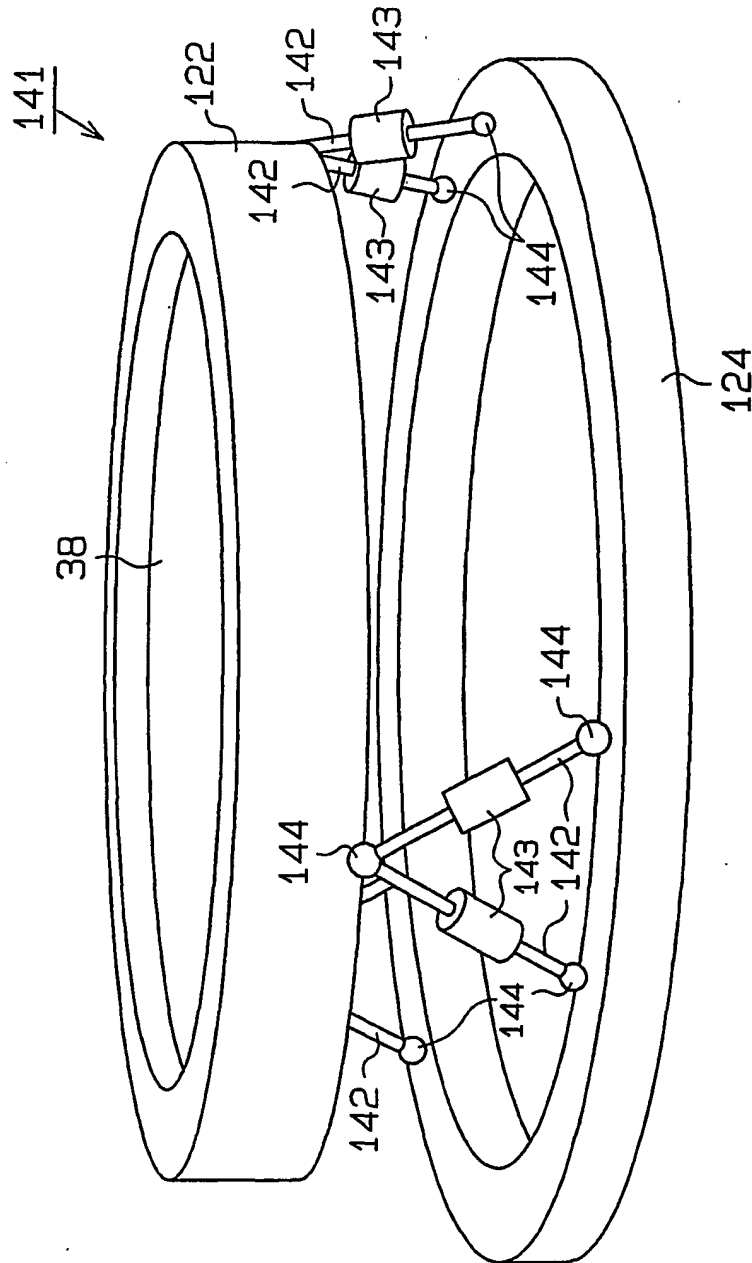
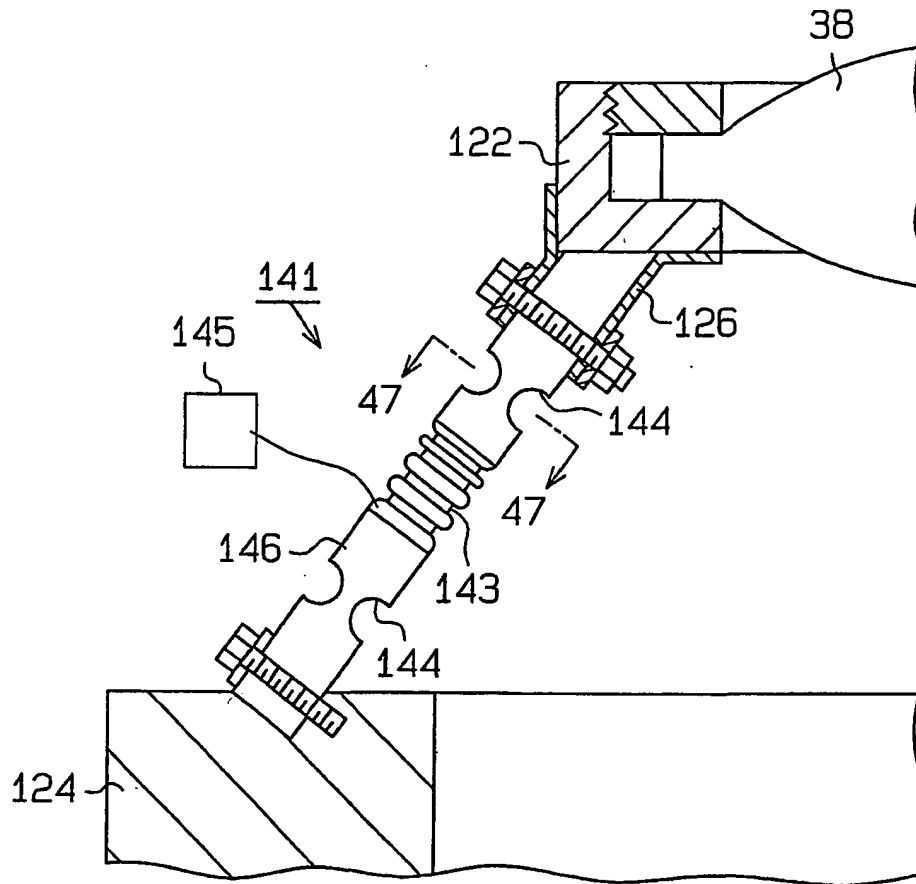
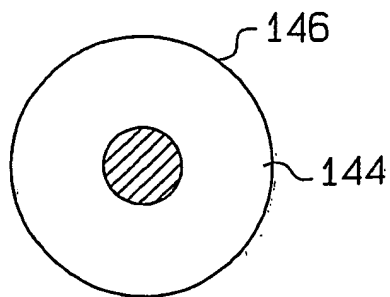


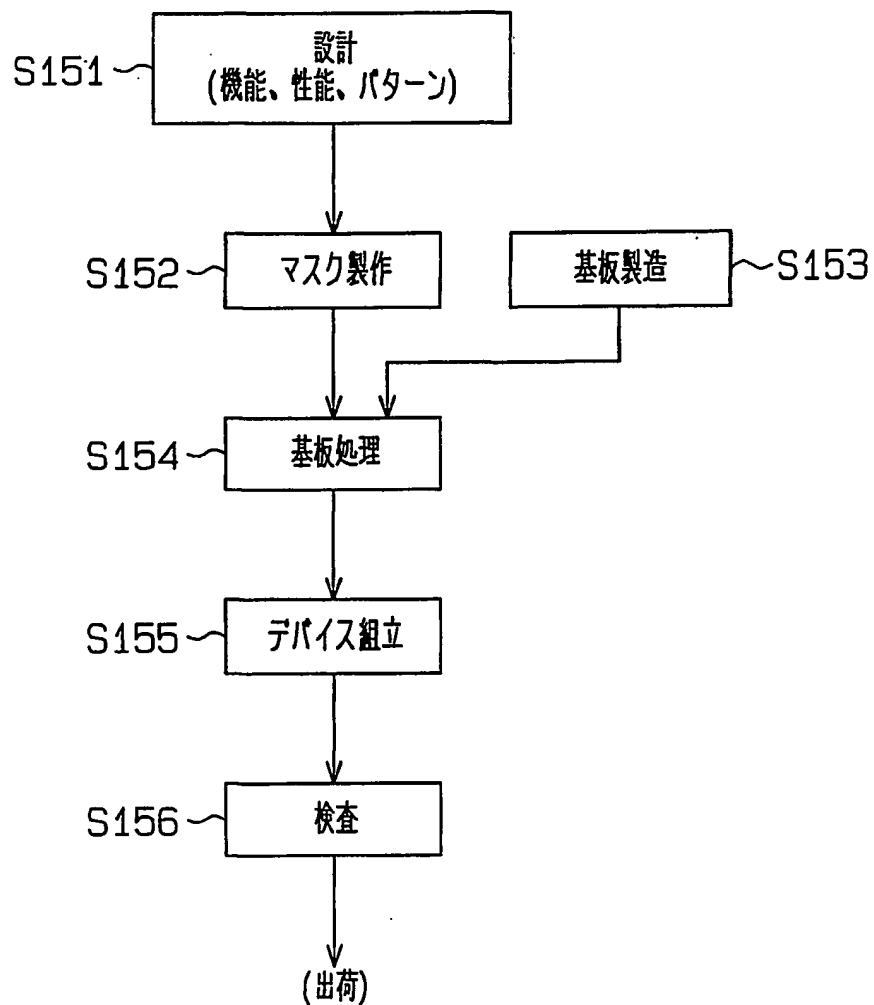
Fig. 45



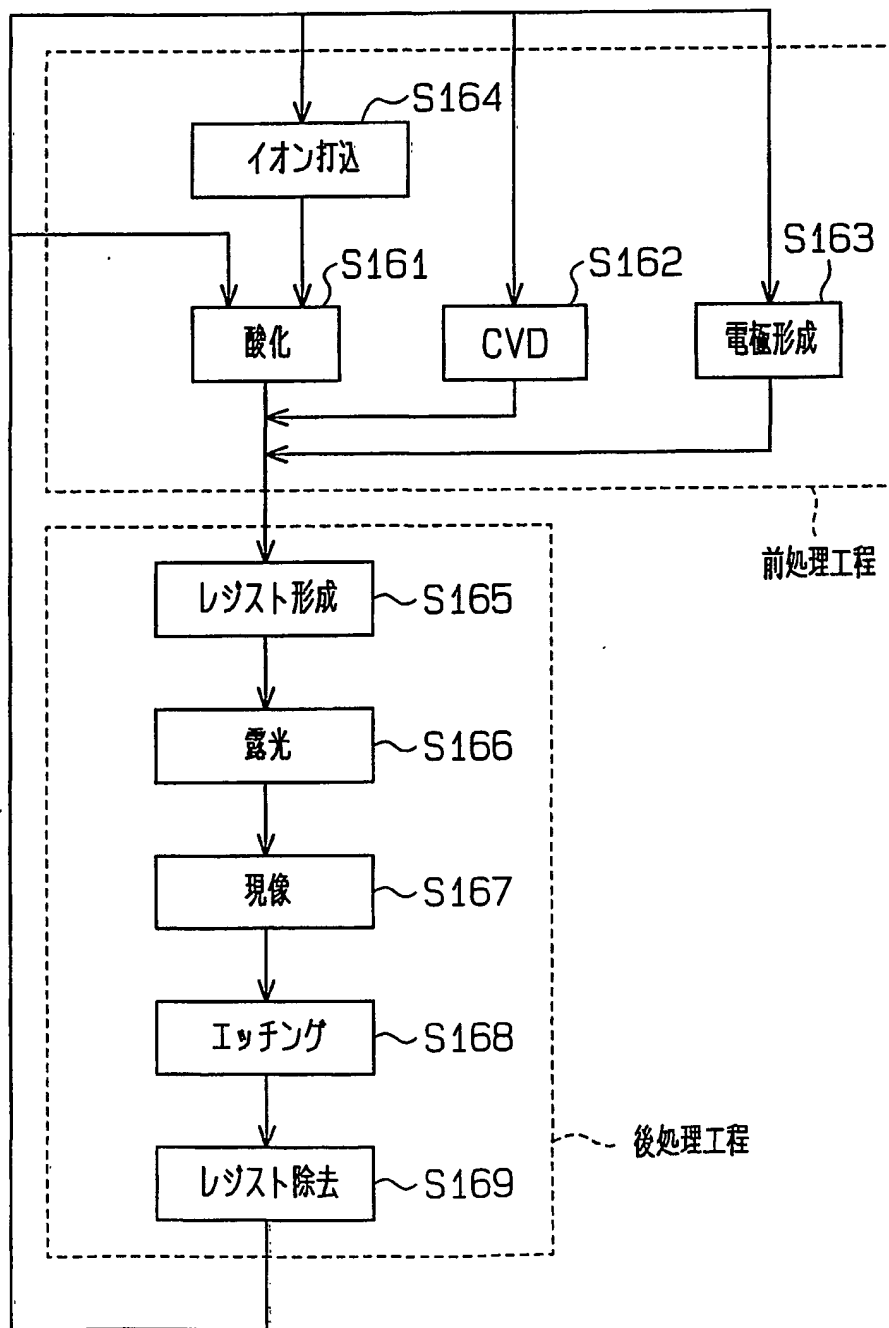
29/31

Fig.46**Fig.47**

30/31

Fig. 48

31/31

Fig.49

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06917

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B7/02, H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B7/00-7/10, H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P	EP 1081521 A2 (Nikon Corporation), 07 March, 2001 (07.03.01), Full text; all drawings & JP 2001-074991 A, Full text; all drawings & US 6239924 B1	1-14
A	JP 11-281865 A (Nikon Corporation), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	US 5249082 A (Eastman Kodak Company), 28 September, 1993 (28.09.93), Full text; all drawings & JP 06-507739 A, Full text; all drawings & WO 92/20001 A1 & TW 202500 A	1-14
A	JP 10-096843 A (MINOLTA CO., LTD.), 14 April, 1998 (14.04.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

 Date of the actual completion of the international search
 18 September, 2001 (18.09.01)

 Date of mailing of the international search report
 02 October, 2001 (02.10.01)

 Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06917

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-019371 A (Chinotec K.K.), 21 January, 2000 (21.01.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	US 5822133 A (Canon Kabushiki Kaisha), 13 October, 1998 (13.10.98), Full text; all drawings & JP 9-106944 A, Full text; all drawings & KR 97012977 A & KR 232903 B1	1-14
P	WO 01/22480 A (Nikon Corporation), 29 March, 2001 (29.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	15-41
A	JP 6-148493 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.), 27 May, 1994 (27.05.94), Full text; all drawings (Family: none)	15-41
A	EP 1020751 A1 (Carl Zeiss), 19 July, 2000 (19.07.00), Full text; all drawings & JP 2000-206385 A, Full text; all drawings & DE 19901295 A1 & US 6191898 B1 & KR 2000052352 A	15-41
A	EP 1028342 A1 (Carl Zeiss), 16 August, 2000 (16.08.00), Full text; all drawings & JP 2000-235134 A, Full text; all drawings & DE 19905779 A1 & US 6271976 B1	15-41
A	JP 61-153626 A (Mamiya Koki K.K.), 12 July, 1986 (12.07.86), Full text; all drawings (Family: none)	15-41
A	JP 10-206714 A (Canon Inc.), 07 August, 1998 (07.08.98), Full text; all drawings (Family: none)	15-41
A	JP 11-044834 A (Canon Inc.), 16 February, 1999 (16.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	15-41
A	EP 145902 A1 (International Business Machines Corporation), 26 June, 1985 (26.06.85), Full text; all drawings & JP 60-120522 A, Full text; all drawings & US 4540251 A & DE 3469111 G	15-41
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.85652/1992 (Laid-open No.50015/1994) (Wista Co., Ltd.), 08 July, 1994 (08.07.94), Full text; all drawings (Family: none)	15-41

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B7/02, H01L21/027, G03F7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B7/00-7/10, H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P	EP 1081521 A2 (Nikon Corporation) 7. 3月. 2001 (07. 03. 01) 全文、全図 & JP 2001-074991 A, 全文、全図 & US 6239924 B1	1-14
A	JP 11-281865 A (株式会社ニコン) 15. 10月. 1999 (15. 10. 99) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 09. 01

国際調査報告の発送日

02.10.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

柏崎 康司



2V

8310

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5249082 A (Eastman Kodak Company) 28. 9月. 1993 (28. 09. 93) 全文、全図 &JP 06-507739 A, 全文、全図 &WO 92/20001 A1 &TW 202500 A	1-14
A	JP 10-096843 A (ミノルタ株式会社) 14. 4月. 1998 (14. 04. 98) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2000-019371 A (チノンテック株式会社) 21. 1月. 2000 (21. 01. 00) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	US 5822133 A (Canon Kabushiki Kaisha) 13. 10月. 1998 (13. 10. 98) 全文、全図 &JP 9-106944 A, 全文、全図 &KR 97012977 A &KR 232903 B1	1-14
P	WO 01/22480 A (株式会社ニコン) 29. 3月. 2001 (29. 03. 01) 全文、全図 (ファミリーなし)	15-41
A	JP 6-148493 A (凸版印刷株式会社) 27. 5月. 1994 (27. 05. 94) 全文、全図 (ファミリーなし)	15-41
A	EP 1020751 A1 (Carl Zeiss) 19. 7月. 2000 (19. 07. 00) 全文、全図 &JP 2000-206385 A, 全文、全図 &DE 19901295 A1 &US 6191898 B1 &KR 2000052352 A	15-41
A	EP 1028342 A1 (Carl Zeiss) 16. 8月. 2000 (16. 08. 00) 全文、全図 &JP 2000-235134 A, 全文、全図 &DE 19905779 A1 &US 6271976 B1	15-41

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 61-153626 A (マミヤ光機株式会社) 12. 7月. 1986 (12. 07. 86) 全文、全図 (ファミリーなし)	15-41
A	JP 10-206714 A (キャノン株式会社) 7. 8月. 1998 (07. 08. 98) 全文、全図 (ファミリーなし)	15-41
A	JP 11-044834 A (キャノン株式会社) 16. 2月. 1999 (16. 02. 99) 全文、全図 (ファミリーなし)	15-41
A	EP 145902 A1 (International Business Machines Co rporation) 26. 6月. 1985 (26. 06. 85) 全文、全図 &JP 60-120522 A, 全文、全図 &US 4540251 A &DE 3469111 G	15-41
A	日本国実用新案登録出願4-85652号 (日本国実用新案登録出 願公開6-50015号) の願書に添付した明細書及び図面の内容 を記録したCD-ROM (株式会社ウイスタ) 8. 7月. 1994 (08. 07. 94) 全文、全図 (ファミリーなし)	15-41